

---

# Hinweise für die Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen

Ein Beitrag zur Entscheidungsfindung im Rahmen der Aufstellung von Bauprogrammen für  
Straßenbaumaßnahmen

---

**Ir. Owen Dieleman**

geboren in Rotterdam (Niederlande)

---



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DARMSTADT

Fachgebiet  
Verkehrsplanung  
und Verkehrstechnik

Chair of Transport Planning  
and Traffic Engineering

Prof. Dr.-Ing.  
Manfred Boltze

Vom Fachbereich Bau- und Umweltingenieurwissenschaften der Technischen Universität Darmstadt  
zur Erlangung des akademischen Grades eines Doktor-Ingenieurs genehmigte Dissertation.

Referent:  
Korreferent:

Univ.-Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze  
Univ.-Prof. Dr.-Ing. J. Stefan Bald

Tag der Einreichung: 06.04.2016

Tag der mündlichen Prüfung: 20.05.2016

---

Herausgeber:

Technische Universität Darmstadt  
Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik  
Otto-Berndt-Str. 2  
64287 Darmstadt

[www.tu-darmstadt.de/verkehr](http://www.tu-darmstadt.de/verkehr)  
[fgvv@verkehr.tu-darmstadt.de](mailto:fgvv@verkehr.tu-darmstadt.de)

Schriftenreihe des Instituts für Verkehr  
Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik Heft V 34

ISSN 1613-8317

Darmstadt 2016

---



---

## Danksagung

---

Ohne die Unterstützung zahlreicher Kolleginnen, Kollegen, Freunde und Familienangehöriger wäre die Erstellung dieser Arbeit nicht möglich gewesen. Ihnen allen gilt mein herzlicher Dank.

Besonderer Dank gilt meinem Referenten, Prof. Dr.-Ing. Manfred Boltze, der mir das Vertrauen und die Chance für meine Promotion gegeben hat. Herr Prof. Dr.-Ing. Stefan Bald möchte ich für die Übernahme des Korreferats ganz herzlich danken.

Außerdem danke ich Prof. Dr.-Ing. Ingo Hansen vom Department Transport & Planning an der Technische Universität Delft für seine freundliche Unterstützung bei meiner Annahme als Doktorand.

Von meinen Kollegen und ehemaligen Kollegen am ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme habe ich immer inhaltliche und moralische Unterstützung erfahren. Besonders bedanken möchte ich mich bei Dr.-Ing. Peter Sturm, der mir nicht nur hilfreiche Hinweise für meine Arbeit, sondern mir im Rahmen des Machbaren stets Freiraum für die Erstellung dieser Arbeit gegeben hat. Außerdem möchte ich mich besonders bei Stefan Groer, Robert Linton, Wolfgang Kittler und Jörg Dreiling für Ihre Hinweise und Unterstützung danken. Dafür, dass ich mir den Freiraum für die Arbeit an meiner Dissertation auch nehmen konnte, danke ich insbesondere meine Kollegen Christine Breser, Tobias Bornhofen, Christine Weiler, Thomas Novotny, Frank Striegl, Andreas Schweigl, Iris Roller und Markus Hammrich. Durch eure Unterstützung wusste ich in den Phasen, den ich verstärkt meine Dissertation widmete, meine alltäglichen beruflichen Aufgaben stets in kompetenten Händen.

Allen Kollegen und ehemaligen Kollegen am Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik danke ich für die hilfreichen Hinweise und die einprägsamen Momente, die ich insbesondere während den Doktorandenseminaren erleben durfte. Besonderer Dank gilt Leif Fornauf, Nicole von Stetten, Moritz von Mörner, Frederik Rühl, Philip Krüger, Marc Lüke, Karin Menges, Jessica Rausch, Kim Gillich, Wei Jiang, Danny Wauri, Ole Ottemöller und Kevin Rolko.

Gabriele Hirmer und Katharina Steffen danke ich für das Korrekturlesen meiner Arbeit.

Ein großes Dankeschön an Rainer Stephan für seine Überzeugungsarbeit, diese Dissertation zu einem erfolgreichen Abschluss zu bringen. Auch die vielen Ermutigungen von allen Freunden und Bekannten waren stets ein großer Ansporn, wofür ich allen herzlich danke.

Letztlich hätte diese Arbeit ohne den Rückhalt meiner Familie nicht gelingen können. An erster Stelle meine Frau Petra, die mir den Rücken freigehalten und mich unterstützt hat. Auch meine Kinder Jelle, Sanne und Lotte haben viel Geduld und Verständnis aufbringen müssen. Ich danke euch hierfür.

---

## Kurzfassung

---

Die begrenzten finanziellen Mittel für die Realisierung von Straßenbaumaßnahmen erfordern **Entscheidungen über die Finanzierbarkeit von realisierungswürdigen Vorhaben**. Diese Entscheidungsfindung wird in der Regel auf Grundlage von geordneten Dringlichkeitsbewertungsverfahren vollzogen, die aber meist getrennt nach Maßnahmenarten erfolgen. Eine wesentliche Voraussetzung für die **nutzenoptimierte Allokation der begrenzten Finanzmittel** ist aber ein **maßnahmenartübergreifender Bewertungsansatz**. Dieser erfordert die vergleichende Bewertung einer großen Anzahl von Maßnahmen mit unterschiedlichen Wirkungsweisen und Wirkungsintensitäten sowie heterogenen und zum Teil unsicheren Datengrundlagen. Eine direkte Übertragung von etablierten Verfahren zur Dringlichkeitsbewertung auf maßnahmenartübergreifende Betrachtungen ist aufgrund der zusätzlichen Anforderungen nicht möglich. Auch fehlen anerkannte Vorgaben für die Entwicklung von geeigneten Verfahren.

Ziel der vorliegenden Arbeit ist die Erarbeitung von **allgemeingültigen, praxisorientierten Hinweisen für die Entwicklung von Verfahren zur Dringlichkeitsbewertung**, die eine maßnahmenartübergreifende Bewertung von Maßnahmen zur Erhaltung, Modernisierung und kapazitativen Erweiterung der Straßeninfrastruktur unter Budgetrestriktionen ermöglichen. Die Arbeit soll damit zu einer nachhaltigeren Verwendung von begrenzten Finanzmitteln bei Erhaltung und Ausbau von Straßennetzen beitragen.

Zunächst wird der **Kontext** analysiert, in dem solche Verfahren entwickelt und eingesetzt werden. Anschließend werden grundlegende Anforderungen an eine geordnete Entscheidungsfindung dargestellt. Nach der Analyse von **anerkannten und erprobten Bewertungsverfahren** werden **ungeklärte und typische Aufgabenstellungen für die Entwicklung von Verfahren** zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertungen von Straßenbaumaßnahmen identifiziert. Schließlich werden auf diesen Grundlagen **praxisorientierte Hinweise** für die Verfahrensentwicklung formuliert. Dazu werden **Verfahrensziele und -anforderungen** abgeleitet und ausgewählte **Ansätze für die Verfahrensentwicklung** auf allgemeingültiger Ebene ausgearbeitet und operationalisiert. Hierbei gehen Erfahrungen ein, die bei der **Entwicklung und mehrmaligen Anwendung** eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung in der Praxis gesammelt wurden.

Als Ergebnis wird eine **Grundkonzeption für ein Verfahren** dargestellt, das die Sicherstellung der Verfahrensziele und -anforderungen unterstützt. Dazu werden Hinweise für die **Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems**, die Umsetzung der **Zielgewichtung**, die Festlegung des **Betrachtungszeitraums** und die Operationalisierung von **Bewertungskriterien** formuliert. Ansätze zur **effizienten und robusten Strukturierung** des Verfahrens und Hinweise für die Entwicklung von geeigneten **Datenverarbeitungssystemen, Organisations- und Dokumentationsstrukturen** werden dargestellt.

Die erarbeiteten Hinweise sind eine **Ergänzung** zu den **bereits im Regelwerk verankerten Hinweisen** zur Gestaltung von Entscheidungsverfahren und berücksichtigen zahlreiche zusätzliche Anforderungen. Nicht alle Aspekte der Verfahrensentwicklung konnten jedoch im Rahmen der vorliegenden Arbeit erschöpfend behandelt werden. Die verbleibenden **weiteren Aufgaben zur Absicherung und Konkretisierung der gewonnenen Ergebnisse** werden im Schlusskapitel der Arbeit dargestellt.

---

## Abstract

---

Due to **limited financial resources for road construction projects**, decisions have to be made on their financial feasibility. This **decision making process** is usually performed on the basis of priority appraisal assessment procedures, which only take into account specific types of road construction projects. However, an optimised allocation of limited financial resources **requires a comprehensive valuation approach**, with **comparative assessment of multiple types of road construction projects**. This involves an assessment of a large number of projects with a wide range of impacts, based on heterogeneous and uncertain data bases. A direct transfer of established assessment approaches is not readily possible under these conditions. Established approaches for the development of suitable assessment procedures are not available.

This paper's objective is the **development of general applicable, practical guiding principles for the development of priority appraisal assessment procedures** that allow for a comprehensive evaluation and selection of measures to preserve, modernise and extend road infrastructure while considering budget constraints. The work should thus contribute to a more **sustainable use of limited financial resources** in conjunction with maintenance and improvement of road networks.

Initially, the **framework** in which these appraisal assessments are implemented is analysed and **basic requirements for an orderly decision-making process** are discussed. Furthermore, generally accepted assessment procedures are evaluated. **Open questions and typical tasks** concerning the development of procedures for a comparative priority appraisal assessment of multiple types of road construction projects then are then identified. In conclusion practical guiding principles on the development of assessment procedures are formulated. **Objectives and requirements** are developed. **Chosen approaches** for the development of assessment procedures are worked out on a generally applicable level and operationalised. **Practical experience** gathered during the development and practical application of a comparative priority appraisal assessment of multiple types of road construction projects has been taken into account.

As a result, a **basic concept for the assessment procedure** is depicted that supports the given objectives and requirements. **Guiding principles** on development of the **set of objectives and scope of impact determination**, the implementation of **weight-assignment**, the definition of the **time frame of evaluation** and the operationalisation of **evaluation criteria** are formulated. Approaches for an **efficient and robust sequencing** of the assessment process and suggestions on **appropriate data processing systems, working organisation and documentation** are described.

The compiled set of guiding principles is **supplementary to already existing guidelines** for the design of decision-making procedures. The scope of this paper allows only for an introductory elaboration of several aspects of the development process, therefore problems remain to be solved in order to hedge and complete the stated results. These are specified at the conclusion of this paper.

---

## Inhaltsverzeichnis

---

<b>Kurzfassung</b>	<b>II</b>
<b>Abstract</b>	<b>III</b>
<b>Inhaltsverzeichnis</b>	<b>IV</b>
<b>1 .....Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1    Anlass	1
1.2    Zielsetzung der Arbeit	3
1.3    Abgrenzung, Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit	3
<b>2 .....Kontext einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung</b>	<b>6</b>
2.1    Vorbemerkungen	6
2.2    Begriffsbestimmungen	6
2.3    Einordnung der Dringlichkeitsbewertung im Planungsprozess	9
2.4    Maßnahmenplanung als Grundlage einer Dringlichkeitsbewertung	13
2.5    Besondere Merkmale einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung	27
2.6    Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines Verfahrens zur Dringlichkeitsbewertung	35
2.7    Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung	49
<b>3 .....Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Bewertungsverfahren</b>	<b>53</b>
3.1    Vorbemerkungen	53
3.2    Entscheidungsfindung im Kontext der Verkehrsplanung	53
3.3    Entwicklung von Ziel- und Wirkungssystemen	59
3.4    Verfahren im Kontext einer Dringlichkeitsbewertung	66
3.5    Güte der Entscheidung	74
3.6    Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung	79
<b>4 .....Bewertungsverfahren mit Elementen einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung</b>	<b>82</b>
4.1    Vorbemerkungen	82
4.2    In Deutschland etablierte Bewertungsverfahren	83
4.3    Beispiele für die in Deutschland eingesetzten Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung	93
4.4    Ausgewählte, außerhalb von Deutschland eingesetzte Verfahren	97
4.5    Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung	103
<b>5 .....Prämissen für die Erarbeitung von Hinweisen für die Verfahrensentwicklung</b>	<b>106</b>
5.1    Vorbemerkungen	106
5.2    Anforderungen an die Hinweise aus dem Prozess der Verfahrensentwicklung	106
5.3    Anforderungen an die Hinweise aus dem angestrebten Ergebnis der Verfahrensentwicklung	107
5.4    Ermittlung von typischen Aufgabenstellungen bei der Verfahrensentwicklung	110
5.5    Strukturierung der Aufgabenstellungen in Aufgabenfeldern	119
5.6    Bestimmungen für die Erarbeitung von Hinweisen	122

<b>6 .....</b>	<b>Hinweise für die Grundkonzeption des Verfahrens</b>	<b>126</b>
6.1	Vorbemerkungen	126
6.2	Zulässigkeit einer negativen Entscheidung	126
6.3	Sicherstellung der Handlungsfähigkeit von Entscheidungsträgern bei künftigen Entscheidungssituationen	128
6.4	Folgen für die Maßnahmendefinition	131
6.5	Operationalisierung	133
6.6	Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung	135
<b>7 .....</b>	<b>Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems</b>	<b>139</b>
7.1	Vorbemerkungen	139
7.2	Systematische Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern	140
7.3	Bestimmung der Bewertungsrelevanz von Wirkungsfeldern	145
7.4	Festlegung von Wirkungsermittlungsmethoden	155
7.5	Identifikation von bewertungsrelevanten Interdependenzwirkungen	164
7.6	Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung	166
<b>8 .....</b>	<b>Hinweise für die Entwicklung des Bewertungssystems</b>	<b>171</b>
8.1	Vorbemerkungen	171
8.2	Festlegung der Zielgewichtung	171
8.3	Festlegung des Betrachtungszeitraums	176
8.4	Festlegung des Bewertungs- und Entscheidungskriteriums	188
8.5	Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung	196
<b>9 .....</b>	<b>Hinweise für die effiziente und robuste Strukturierung des Bewertungsverfahrens</b>	<b>199</b>
9.1	Vorbemerkungen	199
9.2	Effiziente Strukturierung der Wirkungs- und Nutzwurtermittlung	199
9.3	Robuste Strukturierung der Maßnahmenbewertung und -auswahl	220
9.4	Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung	232
<b>10 ....</b>	<b>Sonstige Hinweise</b>	<b>236</b>
10.1	Vorbemerkungen	236
10.2	Entwicklung eines Datenverarbeitungssystems	236
10.3	Festlegung einer Organisationsstruktur	248
10.4	Festlegung einer Dokumentationsstruktur	251
10.5	Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung	255
<b>11 ....</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>256</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>257</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>262</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>264</b>
	<b>Anlagenverzeichnis</b>	<b>265</b>



## 1 Einleitung

### 1.1 Anlass

Die begrenzten finanziellen Mittel für die Realisierung von Straßenbaumaßnahmen erfordern von den zuständigen Baulastträgern<sup>1</sup> Entscheidungen über die Finanzierbarkeit von realisierungswürdigen Vorhaben. Diese Entscheidungsfindung wird in der Regel auf Grundlage eines geordneten Dringlichkeitsbewertungsverfahrens vollzogen.

Die Erhaltungsaufwendungen für bestehende Infrastruktur werden künftig aufgrund der alternden Substanz zunehmen. Dabei sind die derzeitigen Finanzaufwendungen für Straßenbaumaßnahmen bereits unzureichend, um den langfristigen Erhalt der bestehenden Infrastruktur sicherzustellen. So wurde von der sogenannten Daehre-Kommission „Zukunft der Verkehrsinfrastruktur-finanzierung“ der Bedarf an zusätzlichen jährlichen Investitionen für die Erhaltung der Straßeninfrastruktur auf ca. 4,7 Mrd. EUR geschätzt (VGL. DAEHRE 2012). Der große Investitionsbedarf und die begrenzten finanziellen Mittel **gebieten eine Priorisierung von Straßenbaumaßnahmen**, bei der ein optimierter Ressourceneinsatz und die Erhaltung der vorhandenen Straßeninfrastruktur im Vordergrund stehen.

Die verfügbaren Finanzmittel werden derzeit meist über getrennte Investitionsbudgets auf verschiedene Arten von Straßenbaumaßnahmen, wie z.B. Neubaumaßnahmen, Erhaltungsmaßnahmen oder Modernisierungsmaßnahmen, verteilt. Die Zuteilung von Finanzmitteln auf diese maßnahmenartspezifischen Investitionsprogramme wird in der Praxis nicht nur von objektiven Sachzwängen beeinflusst, sondern auch von politischen Schwerpunktsetzungen. Über Investitionsprogramme finanzierbare Straßenbaumaßnahmen werden in der Regel durch eine vergleichende Bewertung der zum jeweiligen Programm gehörenden Vorhaben bestimmt. Eine weitergehende vergleichende Bewertung mit Vorhaben aus anderen Investitionsprogrammen erfolgt in der Regel nicht. Hierdurch ist eine insgesamt effiziente, nutzenoptimierte Verwendung der verfügbaren Finanzmittel nicht gewährleistet. Mit einer **maßnahmenartübergreifenden Bewertung** von Straßenbaumaßnahmen kann im Vergleich zur derzeitigen Praxis ein höherer Objektivierungsgrad der Entscheidungsfindung erreicht werden. Sie unterstützt dadurch **die nachhaltige und optimierte Verwendung der begrenzten Finanzmittel**.

Die Entscheidung, eine (notwendige und realisierungswürdige) Maßnahme aufgrund von unzureichenden Finanzmitteln im Rahmen eines Investitionszyklus nicht zu realisieren, führt in der Regel zu einer zeitlichen Verschiebung des Realisierungszeitpunkts der Maßnahme um mehrere Jahre. Dies ist in der Regel mit unerwünschten Folgewirkungen, beispielsweise für die Qualität des Verkehrsablaufs, die Verkehrssicherheit, den Schutz der Umwelt und die Wirtschaftlichkeit verbunden. Für die Entscheidung über die Realisierbarkeit von Maßnahmen ist deshalb eine **sorgfältige und umfassende Abwägung** der Nutzengewinne einer (kurzfristigen) Realisierung und der Nutzenverluste eines (vorläufigen) Verzichts auf Realisierung notwendig.

Die Träger der Baulast von Straßeninfrastruktur sind angehalten, diese Entscheidungen in einem **geordneten, nachvollziehbaren Entscheidungsprozess** zu vollziehen, wobei die Auswahl anhand einer rationalen Bewertung der verschiedenen Wirkungen der Handlungsalternativen in Bezug auf bestimmte Ziele zu erfolgen hat. Ein Verfahren zur maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung muss diesen Anforderungen genügen. Inwiefern eine bestimmte

<sup>1</sup> Im Folgenden wird aus Gründen der sprachlichen Vereinfachung nur die männliche Form verwendet. Es sind jedoch stets Personen männlichen und weiblichen Geschlechts gleichermaßen gemeint.

Vorgehensweise für die Lösung eines Entscheidungsproblems geeignet ist, wird in hohem Maße vom Kontext bestimmt, in dem die Entscheidung getroffen wird. Für die hier behandelte Entscheidungssituation sind folgende **Rahmenbedingungen** besonders hervorzuheben:

- **Hohe Anzahl an Maßnahmen:**  
Je nach Baulastträger sind bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung mehrere hundert oder auch mehrere tausend Maßnahmen einzubeziehen.
- **Heterogene Wirkungsfelder:**  
Maßnahmen mit sehr unterschiedlichen Wirkungen und Wirkungsintensitäten sind miteinander zu vergleichen.
- **Informationsunsicherheit:**  
Die für die Bewertung der Maßnahmenwirkungen benötigten Informationen sind zum Teil mit erheblichen Unsicherheiten behaftet.

Diese Kombination von Rahmenbedingungen stellt den Entscheidungsträger vor besondere Herausforderungen. Er muss mit möglichst geringem Aufwand eine Auswahl aus einer großen Anzahl von realisierungswürdigen Maßnahmen treffen. Folgewirkungen einer zeitlichen Verschiebung des Realisierungszeitpunkts einer Maßnahme können nicht mit vollständiger Sicherheit bewertet werden. Dies erfordert Verfahren, die eine **effiziente und robuste Maßnahmenauswahl** erlauben, indem sie einerseits mit vertretbarem Aufwand einen möglichst hohen Nutzengewinn sicherstellen, andererseits auch bei einer ungünstigen Entwicklung zu keinen unakzeptablen Folgewirkungen führen.

Im Verkehrswesen bereits **etablierte Verfahren zur Dringlichkeitsbewertung können unter diesen Rahmenbedingungen nicht ohne Weiteres auf eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung übertragen werden.** Die Verfahren sind in der Regel auf einzelne Verkehrsträger (Straße, ÖPNV, Wasserwege...), Maßnahmenarten (Neubaumaßnahmen, Erhaltungsmaßnahmen...), Anlagenteile (Fahrbahnbefestigungen, Brückenbauwerke...) und/oder ausgewählte Zielfelder (Verkehrssicherheit...) ausgerichtet. Unsicherheiten werden in der Regel weder vollständig noch systematisch im Entscheidungsprozess berücksichtigt.

Das Fehlen eines etablierten Ansatzes zur Lösung des Entscheidungsproblems (MAERSCHALK ET AL. 2008) führt dazu, dass bei der Entwicklung von maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertungsverfahren derzeit weitgehend isolierte Ansätze zum Einsatz kommen, die auf spezifischen Problemstellungen und individuellem Fachwissen aufbauen. Die derzeit unzureichenden Grundlagen für eine objektive und damit belastbare maßnahmenartübergreifende Entscheidungsfindung stehen auch verstärkt im Fokus der Fachwelt. **Für die Zukunft wird ein erhöhter Bedarf an einer integrierten Maßnahmenbewertung und -auswahl gesehen,** bei der Maßnahmen im Neu- und Ausbau sowie im Rahmen der Erhaltung und des Verkehrsmanagements nach einheitlichen Kriterien vergleichend bewertet werden können (FGSV 2010).

Auslöser für die vorliegende Arbeit war ein vom Hessischen Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV, heute Hessen Mobil – Straßen- und Verkehrsmanagement) veranlasstes Projekt. Aufgabe war die methodische Fortschreibung und anschließende Anwendung eines maßnahmenartübergreifenden Bewertungsverfahrens zur Dringlichkeitsbewertung von Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen an Landesstraßen in Hessen. Mit der Bearbeitung des Projekts wurde die ZIV - Zentrum für Integrierte Verkehrssysteme GmbH beauftragt (DIELEMAN ET AL. 2010). Bei der Bearbeitung waren mehrere spezifische Aufgabenstellungen zu behandeln, für die aus den verkehrsplanerischen Richtlinien und Empfehlungen keine Regellösungen oder Hinweise zur Lösung entnommen werden konnten. Es hat sich auch bestätigt, dass die Verfahrensgestaltung stark von



den individuellen Rahmenbedingungen des Baulastträgers abhängig ist und ein Verfahren zur Dringlichkeitsbewertung deshalb nicht ohne Weiteres von einem anderen Baulastträger übernommen werden kann. Hieraus ist schließlich die Idee entstanden, aufbauend auf den Erfahrungen dieses Projekts, **allgemeingültige Hinweise für die Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen** zu erarbeiten.

## 1.2 Zielsetzung der Arbeit

Ziel der Arbeit ist die Erarbeitung von allgemeingültigen Hinweisen für die Entwicklung von Entscheidungsverfahren, welche eine maßnahmenartübergreifende Bewertung und Auswahl von Maßnahmen zur Erhaltung, Modernisierung und kapazitativen Erweiterung der Straßeninfrastruktur unter Budgetrestriktionen ermöglichen.

Diese Hinweise sollen auf die praktische Anwendung ausgerichtet sein. Sie sollen die mit der Verfahrensentwicklung betrauten Personen bei der Entwicklung und Implementierung eines belastbaren, nachvollziehbaren und mit vertretbarem Aufwand durchführbaren Entscheidungsverfahrens unterstützen. Die Arbeit soll in diesen Zusammenhang Aspekte darstellen, die bei der Erstellung eines solchen Verfahrens grundsätzlich zu beachten sind, und Wege aufzeigen, wie diese im konkreten Anwendungsfall zu einem anwendungsfähigen Verfahren konkretisiert werden können.

## 1.3 Abgrenzung, Vorgehensweise und Aufbau der Arbeit

Behandelt werden grundlegende, ausgewählte Aspekte der Verfahrensentwicklung. Im Rahmen der Arbeit können nicht alle Einzelheiten, die von den jeweiligen Entscheidungsträgern zu beachten sind, betrachtet werden. Zum Beispiel sind Ziele für die Entscheidungsfindung abschließend immer vom jeweiligen Entscheidungsträger unter Berücksichtigung der lokalen Rahmenbedingungen festzulegen. Eine abschließende Darstellung und Behandlung der Ziel- und Wirkungssysteme wird daher im Rahmen der vorliegenden Arbeit nicht vorgenommen. Ferner behandelt die Arbeit einen breiten Querschnitt des Straßenbaus. Die detaillierte Behandlung aller relevanten Aspekte ist im Rahmen dieser Arbeit nicht möglich. **Im Fokus stehen Aspekte, die eine besondere Bedeutung für die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen haben.** Aufgaben, die mit den Ansätzen der gängigen Entscheidungsverfahren der Verkehrsplanung gelöst werden können, werden im Rahmen der theoretischen Grundlagen behandelt, aber nicht weiter vertieft. Die Arbeit richtet sich auf den Entscheidungskontext, wie er bei Baulastträgern in Deutschland auf kommunaler Ebene sowie auf Kreis- und Landesebene vorzufinden ist.

Die Arbeit ist in drei Teile gegliedert (vgl. **Abbildung 1**).

Im **ersten Teil** der Arbeit werden die **Grundlagen für die Erarbeitung von Hinweisen** erfasst. Dieser Teil beruht auf einer Literaturrecherche. Kernaufgabe bei der Erstellung eines Entscheidungsverfahrens ist, ausreichend genaue Kenntnisse über den **Kontext des Entscheidungsproblems** zu erhalten (**Kapitel 2**). Nach der Bestimmung der für die Arbeit wesentlichen Begriffe werden die Aufgaben und Merkmale der Dringlichkeitsbewertung in der Verkehrsplanung dargestellt. Ferner wird die Heterogenität von Maßeigenschafteneigenschaften als prägendes Merkmal einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung systematisch ausgearbeitet, und die sonstigen Rahmenbedingungen für die Entwicklung einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung werden dargestellt. Die grundlegenden **Anforderungen an eine geordnete Entscheidungsfindung** werden in **Kapitel 3** behandelt. Hierzu

werden die relevanten entscheidungstheoretischen Prinzipien im Kontext der Verkehrsplanung dargestellt. Der erste Teil der Arbeit wird mit einer **Analyse von bestehenden Ansätzen zur Entscheidungsfindung** im Verkehrswesen abgeschlossen (**Kapitel 4**). Diese Analyse dient der Beurteilung der Übertragbarkeit von bestehenden Ansätzen auf den hier behandelten Kontext der Entscheidungsfindung. Die Kapitel werden jeweils mit einer Zusammenfassung von **Grundsätzen** für die Erarbeitung von Hinweisen zur Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung abgeschlossen.

Im **zweiten Teil** der Arbeit werden **Prämissen für die Erarbeitung von Hinweisen** für die Entwicklung von maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertungen festgelegt. Dieser Teil baut auf den im ersten Teil gewonnenen Erkenntnissen auf und beruht auf systematischen Ableitungen und expliziten Definitionen. In **Kapitel 5** wird hierzu zunächst das grundlegende Verfahrensziel definiert, und die Verfahrensanforderungen werden zusammengefasst. Auf dieser Grundlage werden die typischen Aufgabenstellungen bei der Entwicklung einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung abgeleitet. Abgeschlossen wird der zweite Teil mit Festlegungen, die zur Nachvollziehbarkeit der weiteren Ausarbeitungen dienen.

Im **dritten Teil** der Arbeit werden **Hinweise für die Lösung von ausgewählten Aufgabenstellungen bei der Verfahrensentwicklung** erarbeitet. Dieser Teil der Arbeit basiert auf deduktiven und induktiven Schlussfolgerungen und heuristischen Ansätzen. Die praktische Anwendbarkeit der dargestellten Lösungen wird durch Beispiele belegt, die auf empirischen Datengrundlagen beruhen. Folgerungen und zusammenfassende Hinweise für die Verfahrensentwicklung schließen stets die Behandlung eines Aufgabenkomplexes ab. In **Kapitel 6** werden **Hinweise zur Grundkonzeption des Verfahrens** dargestellt. **Kapitel 7** behandelt **Hinweise zur Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems** des Bewertungsverfahrens. In **Kapitel 8** folgen **Hinweise für die Entwicklung des Bewertungssystems**. **Hinweise zur effizienten und robusten Strukturierung** des Bewertungsverfahrens werden in **Kapitel 9** erarbeitet. **Kapitel 10** schließt den dritten Teil mit sonstigen **Hinweisen zur Datenverarbeitung, Organisation und Dokumentation** ab.

Die Arbeit schließt mit einem **Fazit und einem Ausblick** über den weiteren Untersuchungsbedarf (**Kapitel 11**).

Die **wesentlichen Folgerungen der Arbeit** werden jeweils als Abschluss der einzelnen Kapitel zusammengefasst. Im ersten und zweiten Teil dieser Arbeit werden dabei wichtige Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen für die Verfahrensentwicklung dargestellt. Im dritten Teil der Arbeit sind dann die Hinweise für die Verfahrensentwicklung enthalten. Der praktische Anwender wird aber auch dem ersten und zweiten Teil der Arbeit Hinweise für die Verfahrensentwicklung entnehmen können.

Zur leichteren Auffindbarkeit sind **die wesentlichen Folgerungen im Text hervorgehoben**. Eine **kompakte Zusammenstellung** der Ergebnisse dieser Arbeit ist **Anlage 1** zu entnehmen.

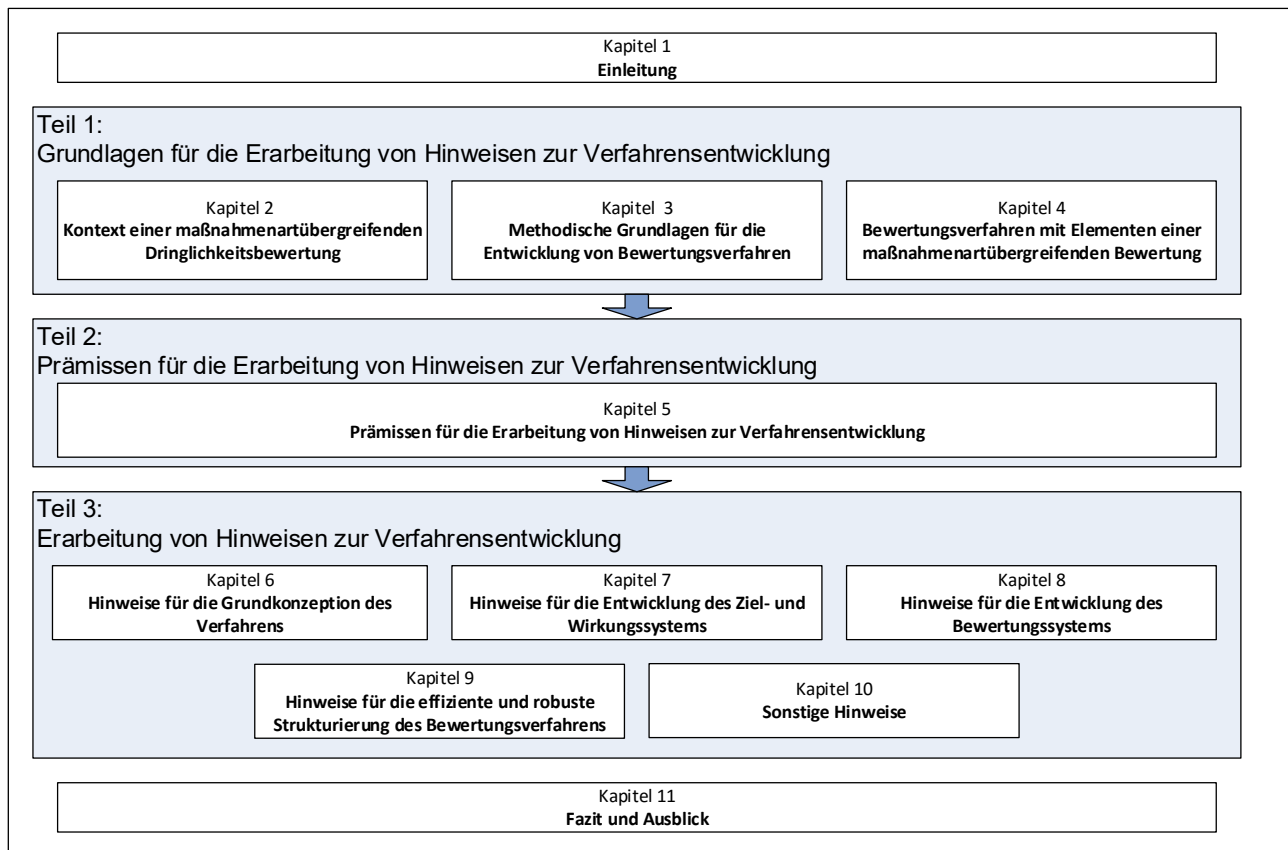


Abbildung 1: Aufbau der Arbeit

---

## 2 Kontext einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung

---

### 2.1 Vorbemerkungen

Für die Entwicklung eines sachgerechten und zielführenden Verfahrens ist ein Verständnis des Kontextes, in dem die Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung erfolgt, notwendig. In diesem Kapitel wird dieser Kontext für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung dargestellt.

In **Abschnitt 2.2** werden die für diese Arbeit relevanten **Begriffe** bestimmt. Anschließend wird in **Abschnitt 2.3** die **Rolle der Dringlichkeitsbewertung im Planungsprozess** von Maßnahmen skizziert. In **Abschnitt 2.4** werden allgemein übliche Planungsabläufe bei der Identifikation und **Entwicklung von Straßenbaumaßnahmen** dargestellt. Die hierbei verwendeten Datengrundlagen und entwickelten Ergebnisse bilden wesentliche Grundlagen für die Durchführung einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung. Maßnahmenartspezifische Dringlichkeitsbewertungen werden in der Verkehrsplanung regelmäßig angewandt. **Abschnitt 2.5** behandelt die **wesentlichen Merkmale**, die für die Unterscheidung zwischen einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung und einer maßnahmenartspezifischen Dringlichkeitsbewertung von Bedeutung sind. **Rahmenbedingungen**, die bei der Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen zu beachten sind, werden im **Abschnitt 2.6** beschrieben. Abgeschlossen wird dieses Kapitel mit einer Zusammenfassung der typischen Sachverhalte und hieraus folgenden **Grundsätze**, die bei der Erarbeitung von Hinweisen für die Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung zu berücksichtigen sind (**Abschnitt 2.7**).

### 2.2 Begriffsbestimmungen<sup>2</sup>

Unter **Dringlichkeitsbewertung**<sup>3</sup> wird in dieser Arbeit die Rangordnung von Elementen auf der Grundlage eines formal und inhaltlich strukturierten und reglementierten Bewertungsvorgangs verstanden, mit dem Ziel einer möglichst optimalen Verwendung von knappen Ressourcen. Die Dringlichkeitsbewertung wird unter anderem in der Verkehrsplanung bei der Allokation von – in der Regel finanziellen – Ressourcen angewandt.

Ein **Verfahren** beschreibt nach (DUDEN 2013) die „Art und Weise der Durch-, Ausführung von etwas“ und wird hier als die anwendungsbezogene, planmäßige Ausgestaltung von geordneten Vorgehensweisen zur Bewältigung einer Aufgabenstellung verstanden. Die Entwicklung eines Verfahrens zur Dringlichkeitsbewertung beinhaltet daher die spezifizierte Ausgestaltung von Arbeitsschritten und Abläufen auf so eine Weise, dass eine ordnungsgemäße Entscheidungsfindung ermöglicht wird.

Unter dem Begriff **Straßenbaumaßnahme** wird für diese Arbeit eine bauliche Änderung oder Neubau von einzelnen oder mehreren Anlagenteilen einer Straßenverkehrsanlage verstanden. Unter

---

<sup>2</sup> In der Literatur werden für diese Arbeit relevante Begriffe nicht immer einheitlich verwendet und deshalb im Folgenden so bestimmt, wie sie in dieser Arbeit benutzt werden. Die Begriffsbestimmung beschränkt sich weiterhin auf wesentliche Aspekte dieser Arbeit. Allgemeine Quellengrundlagen zum Abschnitt sind FGSV (2012A), SCHMUCK (1987), MAERSCHALK ET AL. (2008). Weitere Begriffsbestimmungen in Zusammenhang mit der Entscheidungsfindung sind im Abschnitt 3.2.1 dargestellt.

<sup>3</sup> Der Begriff „Dringlichkeit“ ist im vorliegenden Kontext nicht vollständig konsistent. Dringlichkeit bezeichnet allgemein den Grad, in dem etwas rasches Handeln fordert (vgl. DUDEN 2013), und hat damit einen expliziten zeitlichen Bezug. Über eine Dringlichkeitsreihung von Straßenbaumaßnahmen wird aber nicht zwangsläufig die zeitliche Realisierungsfolge von Maßnahmen bestimmt oder festgelegt. Dringlichkeit beschreibt vielmehr den Vorrang einer Maßnahme gegenüber einer anderen und wird daher für diese Arbeit kongruent zum Begriff Priorität im Sinne einer größeren Bedeutung oder Vorrangigkeit verstanden (vgl. DUDEN 2013). Da der Begriff Dringlichkeitsbewertung in der Verkehrsplanung etabliert ist, wird er aber auch in dieser Arbeit verwendet.

dem Begriff **Straßenverkehrsanlage** werden im Folgenden öffentliche Verkehrsanlagen für den Kraftfahrzeug-, Rad- und/oder Fußgängerverkehr verstanden. In dieser Arbeit wird die Bezeichnung Maßnahme kongruent zum Begriff Straßenbaumaßnahme verwendet.

Eine **Maßnahmenart** ist hier eine Kombination von baulichen Veränderungen an einer oder mehreren Anlagenteile(n) für einen bestimmten Bereich des Straßenbaus. Der Begriff **art-übergreifend** wird im Rahmen der Arbeit für die gemeinsame Behandlung von mehreren Maßnahmen aus jeweils unterschiedlichen Bereichen des Straßenbaus und / oder für verschiedene Anlagenteile von Straßenverkehrsanlagen verwendet.

Für Straßenverkehrsanlagen wird eine Vielzahl an **Anlagenteilen** unterschieden. **Tabelle 1** zeigt eine systematische Übersicht der Anlagenteile von Straßenverkehrsanlagen.

Aufgrund ihres wesentlichen Anteils an (Bau-)Substanz und Investitionsaufwand liegt der Fokus in der vorliegenden Arbeit auf Maßnahmen, die überwiegend auf eine Änderung der Anlagenteile Straßenoberbau und Ingenieurbauwerke abzielen. Da Straßenbaumaßnahmen in der Regel nicht auf einen einzelnen Anlagenteil begrenzt sind, können bei einer Dringlichkeitsbewertung für eine Maßnahme Änderungen an mehreren Anlagenteilen einschließlich sonstiger Anlagenteile zu berücksichtigen sein. Die Bewertung von Maßnahmen an **Nebenanlagen** (Rastanlagen, Tankanlagen, Hochbauten usw.) ist nicht Bestandteil dieser Arbeit.

Anlagenteile			Beispiele für Anlagenteile
Straßenverkehrsanlagen	Straßenoberbau	Fahrbahnbefestigung	durchgehende Fahrstreifen, Verflechtungsstreifen
		Nebenflächen-befestigung	Radwege, Gehwege, Parkstreifen/-plätze/-buchten, Standstreifen, Trennstreifen
	Ingenieurbauwerke	Brücken	Brücken in und über Straßenverkehrsanlagen
		Tunnel-/Trogbauwerke	Tunnel, Tröge, Lawinenschutzdächer
		Stützbauwerke	Stützmauern, Stützwände, Hangverankerung
		Lärmschutzwerte	Lärmschutzwände, Lärmschutzwälle, Einhausungen
	Sonstige Anlagenteile	Durchlässe	Wasserdurchlässe, Wirtschaftsweg-/Fußgängerdurchlässe
		Entwässerungseinrichtungen	Abläufe, Tiefenentwässerung, Sickerstränge, Entwässerungsleitungen, Gerinne, Gräben, Mulden
		Erdbauwerke Unterbau	Dammschüttungen, Böschungen, Bankette
		Bepflanzung	Begrünung, Baumreihen, Hecken
Nebenanlagen	Ausstattung Zubehör		Leit-/Schutzeinrichtungen, Verkehrsleitsysteme, Markierung, Beschilderung, Fernmelde-/Wetterwarnanlagen
	Betriebsflächen von Nebenanlagen		Flächen von Rastanlagen, Tankanlagen, Parkanlagen
	Nebenbetriebe		Rastanlagen, Tankanlagen
Hochbauten			Gebäuden von Bauämtern, Meistereien

Tabelle 1: Übersicht der Anlagenteile von Straßenverkehrsanlagen und Nebenanlagen (eigene Darstellung nach MAERSCHALK ET AL. 2004)

Im Straßenbau werden die **Bereiche** Erhaltung, Modernisierung<sup>4</sup>, Erweiterung und Neubau unterschieden. Diese Bereiche sind teilweise in weitere Unterbereiche unterteilt. Diese Begriffssystematik ist in **Tabelle 2** dargestellt.

Unter **Straßenerhaltung und -modernisierung** wird die Sicherung der Gebrauchstauglichkeit von bestehenden Anlagen der Straßeninfrastruktur verstanden, bei der die Bausubstanz der Verkehrsinfrastruktur wiederhergestellt bzw. die Straßeninfrastruktur durch bauliche Maßnahmen modernisiert wird. Die Gebrauchstauglichkeit beschreibt dabei allgemein, in welchem Maß ein Produkt oder System durch bestimmte Nutzer in einem bestimmten Kontext genutzt werden kann.

Bei der Straßenerhaltung werden verschiedene Unterarten unterschieden, die allgemein nach **betrieblicher Unterhaltung** (Wartung), **baulicher Unterhaltung** (Instandhaltung), **Instandsetzung** und **Erneuerung** differenziert werden (vgl. FGSV 2001c).

Die **betriebliche Unterhaltung** umfasst Reinigungs- und Pflegearbeiten wie z.B. Straßenreinigung, Bankettschneiden und Gehölzschnitt sowie den Winterdienst. Betriebliche Unterhaltungsmaßnahmen führen zu keiner wesentlichen Verbesserung der Substanz der Infrastruktur. Sie sind deshalb nicht Gegenstand der vorliegenden Arbeit.

Systematische Ordnung der Bereiche des Straßenbaus		Beispiele für Maßnahmen
Erhaltung	<b>Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)</b>	Bankettschneiden, Straßenreinigung, Winterdienst, Zustandserfassung
	<b>Bauliche Unterhaltung</b>	Vergießen von Rissen, kleinflächige Flickarbeiten
	<b>Bauliche Erhaltung</b>	
	<b>Instandsetzung</b>	Oberflächenbehandlung, Hoch-/Tiefereinbau der Deckschicht
	<b>Erneuerung</b>	Hoch- / Tiefereinbau der Decke, Tiefereinbau der Tragschicht
	<b>Modernisierung (Um- und Ausbau)</b>	Anbau Standstreifen, Verbreiterung, Umprofilierung
Kapazitäts-erweiterung	<b>Erweiterung</b>	Anbau eines Fahrstreifens, kapazitiver Ausbau eines Knotenpunkts
	<b>Neubau</b>	Erstmalige Herstellung einer Straßenverkehrsanlage

Tabelle 2: Übersicht der Begriffssystematik im Straßenbau (eigene Darstellung nach MAERSCHALK ET AL. 2008)

Zur **baulichen Unterhaltung** gehören bauliche Sofortmaßnahmen und laufende Maßnahmen kleineren Umfangs, die in der Regel sofort nach Feststellung eines örtlich begrenzten Schadens ausgeführt werden. Beispiele sind Flickarbeiten und Verfüllung von Rissen. Bauliche Unterhaltungsmaßnahmen fallen meist spontan an und sind nur begrenzt planbar (MAERSCHALK ET AL. 2008). Im Vergleich zu den übrigen baulichen Maßnahmen sind sie in der Regel mit geringem (finanziellen) Aufwand verbunden. Zur Berücksichtigung von Straßenbaumaßnahmen bei einer Dringlichkeitsbewertung im Rahmen einer Programmplanung sind ausreichende Vorlaufzeiten aufgrund der mit der Aufstellung und Durchführung verbundenen Zeitbedarfe Voraussetzung. Auf die

<sup>4</sup> Häufig wird der Begriff „Straßenum- und -ausbau“ verwendet (vgl. (FGSV 2012A) Da über diese Bezeichnung eine eindeutige Abgrenzung zwischen der für diese Arbeit wichtigen kapazitiven Erweiterungsmaßnahmen und Maßnahmen zur Veränderung der Qualität einer Straße ohne kapazitative Veränderungen nicht einfach vorgenommen werden kann, wird zum besseren Verständnis der Begriff Modernisierung verwendet.

Berücksichtigung von baulichen Unterhaltungsmaßnahmen wird im Rahmen dieser Arbeit folglich verzichtet.

Die **Instandsetzung** umfasst bauliche Maßnahmen zur Erhaltung und/oder Verbesserung der bestehenden Bausubstanz. Instandsetzungsmaßnahmen fallen größtenteils in periodischen Zeitabständen an.

Maßnahmen der **Erneuerung** sind mit längeren zeitlichen Abständen größtenteils periodisch wiederkehrende Maßnahmen, durch die die Bausubstanz und Gebrauchstauglichkeit vollständig (in einen neuwertigen Zustand versetzt) wiederhergestellt wird (SCHMUCK 1987).

Bauliche Maßnahmen, die zum Zweck der Anpassung an (neue) bau- und sicherheitstechnische Standards bzw. Ziele durchgeführt werden, und damit über eine reine bauliche Erhaltung hinausgehen, werden dem Bereich der **Modernisierung** zugeordnet. Mit Modernisierungen sind keine wesentlichen Erweiterungen der Kapazität verbunden. Da durch Modernisierungen in der Regel auch Verbesserungen der Substanz und Gebrauchstauglichkeit erreicht werden, werden sie gelegentlich auch als „Erhaltungsmaßnahmen im weiteren Sinne“ bezeichnet (SCHMUCK 1987).

Kennzeichnend für **Erweiterungsmaßnahmen** und **Neubaumaßnahmen** ist, dass hierbei die Kapazität der Straßenverkehrsanlage maßgebend erweitert wird, z.B. durch Anbau eines Fahrstreifens oder des kapazitativen Ausbaus eines Knotenpunkts. Bei Erweiterungsmaßnahmen wird die Verkehrsabwicklungskapazität einer bereits vorhandenen Straßenverkehrsanlage vergrößert. Eine Neubaumaßnahme bedeutet den Bau einer an dieser Stelle nicht vorhandenen Straßenverkehrsanlage.

**Tabelle 3** zeigt den Ausschnitt der für diese Arbeit relevanten **Maßnahmenarten** über die Kombination von Anlagenteilen und Bereichen des Straßenbaus.

		Straßenoberbau		Ingenieurbauwerke					Sonstige Anlagenteile			Betriebs- flächen von Neben- anlagen	Neben- betriebe	Hoch- bauten	
		Fahrbahn- befestigung	Nebenflächen- befestigung	Brücken	Tunnel-/ Trogbauwerke	Stützbauwerke	Lärmschutz- werke	Durchlässe	Entwässerungs- einrichtungen	Erdbauwerke Unterbau	Bepflanzung				Ausstattung Zubehör
Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)														
	Bauliche Unterhaltung														
	Instandsetzung														
	Erneuerung														
	Modernisierung														
Kapazitäts- erweiterung	Erweiterung														
	Neubau														

relevante Maßnahmenartennicht-relevante Maßnahmenarten

Tabelle 3: Für die Arbeit relevante Maßnahmenarten nach Bereichen des Straßenbaus und Anlagenteilen

### 2.3 Einordnung der Dringlichkeitsbewertung im Planungsprozess

Nachfolgend werden die wechselseitigen Auswirkungen zwischen einer Dringlichkeitsbewertung und dem Gesamtplanungsprozess von Straßenbaumaßnahmen dargestellt. Hierzu wird die

Bedeutung einer Dringlichkeitsbewertung sowohl im Kontext der Programmplanung (Bestimmung der Finanzierbarkeit von Straßenbaumaßnahmen) als auch im Kontext des Planungsablaufs für einzelne Straßenbaumaßnahmen dargestellt.

Die Realisierung von Straßenbaumaßnahmen unterliegt budgetären Einschränkungen. Die Zuteilung (Allokation) von begrenzten finanziellen Ressourcen auf (realisierungswürdige) Straßenbaumaßnahmen wird als **Programmplanung** bezeichnet. Programmplanung ist ein Begriff der Wirtschaftswissenschaften, der eng mit der Produktplanung verbunden ist. Über eine Programmplanung wird allgemein festgelegt, welche Mengen und Arten der Produkte zu welchen Produktionsterminen innerhalb einer Produktionsperiode unter Einhaltung von Produktionsrestriktionen hergestellt werden sollen (vgl. DYCKHOFF ET AL. 2010, WIL24 2014).

Charakteristisches Merkmal der Programmplanung ist die Art, wie die **Handlungsalternativen** definiert sind. Bei einer Programmentscheidung wird eine Handlungsalternative durch eine Kombination von finanzierbaren und nicht-finanzierbaren Maßnahmen gebildet. Dies steht im Gegensatz zu einer Variantenentscheidung im Rahmen der Maßnahmenplanung, bei der eine Handlungsalternative eine Maßnahmenvariante bildet, die entweder der Nichtdurchführung und/oder weiteren Varianten gegenübergestellt wird. Bei der Programmplanung ist die Anzahl der Handlungsalternativen durch die kombinatorische Wirkung im Vergleich zur Maßnahmenplanung erheblich größer.

Das Ergebnis der Programmplanung ist eine geordnete Festlegung der für einen Zeitabschnitt zu realisierenden Straßenbaumaßnahmen. Das Kollektiv der finanzierbaren Maßnahmen bildet ein **Bauprogramm**<sup>5</sup>. Hierunter wird im Folgenden eine Gesamtheit sich gegenseitig nicht ausschließender Straßenbaumaßnahmen, die innerhalb einer bestimmten Periode mit einem bestimmten Ressourceneinsatz zur Realisierung gebracht werden sollen, verstanden.

Grundsätzlich können verschiedene **Teilprogramme** mit jeweils vergleichbaren Maßnahmenarten und/oder Finanzierungsmodalitäten und jeweils eigenem Budgetrahmen aufgestellt werden. Als Beispiel sind Teilprogramme für Erhaltung, Neu- und Ausbau, Ortsumgehungen, Radwege etc. möglich. Eine Aufteilung in Teilprogramme kann z.B. zur Vereinfachung der Priorisierung für die zuständigen Fachbehörden, zur Berücksichtigung von organisatorischen Gegebenheiten des Aufgabenträgers oder aufgrund von (politisch) gesetzten Schwerpunkten erfolgen. Die Verteilung des insgesamt verfügbaren Finanzbudgets auf die Teilprogramme ist stark von historisch begründeten Erfahrungswerten geprägt und erfolgt nach (politisch motivierten) Vorgaben. (REIDENBACH ET AL. 2008) stellt in diesem Zusammenhang dazu Folgendes fest: „Politikerinnen und Politiker scheinen nach wie vor Präferenzen zu haben, neue Projekte anzuschieben. Das Funktionieren der vorhandenen Infrastruktur steht weiter unten auf der Prioritätenskala und wird dann häufig allein den Fachämtern überlassen, oft aber ohne dass diese dafür ausreichend mit Mitteln ausgestattet werden.“ Die Aufteilung in Teilprogramme in ihrer heutigen Form erschwert die effiziente Allokation der verfügbaren Finanzmittel.

Die Aufnahme von Maßnahmen in einem Bauprogramm wird in der Regel auf Basis einer Prioritätenreihung aller potenziellen Maßnahmen bestimmt. Die methodisch einwandfreie Erarbeitung einer Prioritätenreihung erfordert eine geordnete, systematische und transparente vergleichende Bewertung der Maßnahmen. Diese Bewertung von Maßnahmen mit dem Ziel, eine Prioritätenreihung der untersuchten Maßnahmen als Grundlage für die Aufstellung eines Bauprogramms zu erhalten, wird als **Dringlichkeitsbewertung** bezeichnet. Innerhalb der

---

<sup>5</sup> In der Praxis sind weitere Begriffe wie Investitionsprogramm geläufig.



vorliegenden Arbeit wird allein die Dringlichkeitsbewertung als Methode für die Festlegung von Bauprogrammen betrachtet.

Letztendlich obliegt einem hierzu legitimierten Entscheidungsträger die Entscheidung über die Aufnahme einer Maßnahme in ein Bauprogramm. Die hierzu notwendigen Vorgänge werden im Folgenden als **Entscheidungsfindung** bezeichnet. Zur Entscheidungsfindung gehören auch die Festlegung von Zielen und Vorgaben für die Bewertung. Die Dringlichkeitsbewertung bildet demnach ein Kernelement der Entscheidungsfindung. Das Ergebnis einer Dringlichkeitsbewertung muss allerdings nicht zwingend der Entscheidung entsprechen. Die Dringlichkeitsbewertung soll vielmehr die Entscheidungsfindung unterstützen. Wird im Folgenden der Begriff Entscheidungsfindung verwendet, soll hierdurch zum Ausdruck gebracht werden, dass auch umfassendere, über eine Dringlichkeitsbewertung hinausgehende, Aspekte der Programmplanung berücksichtigt werden.

Die Aufstellung von Bauprogrammen geht auf die Verpflichtung zur Aufstellung von Investitionsprogrammen nach Haushaltsrecht zurück<sup>6</sup>. Zu Form und Aufstellungsverfahren bestehen allerdings keine rechtlichen Bindungen. Ein Bauprogramm stellt dennoch einen klaren Rahmen für die zukünftigen Investitionen des Aufgabenträgers dar, welches durch eine entsprechende Selbstverpflichtung des Aufgabenträgers einen hohen **Verbindlichkeitsgrad** erreichen kann.

Die Aufnahme einer Maßnahme in ein Bauprogramm hat keine **rechtsbindende Wirkung**. Dies gilt insbesondere für Maßnahmen, für die aufgrund der mit der Maßnahme eintretenden wesentlichen Änderungen eine gesonderte baurechtliche Sicherung erforderlich ist. Im Rahmen des Haushaltsrechts wird die Finanzierung einer Maßnahme abschließend sichergestellt (Verabschiedung von Haushalten).

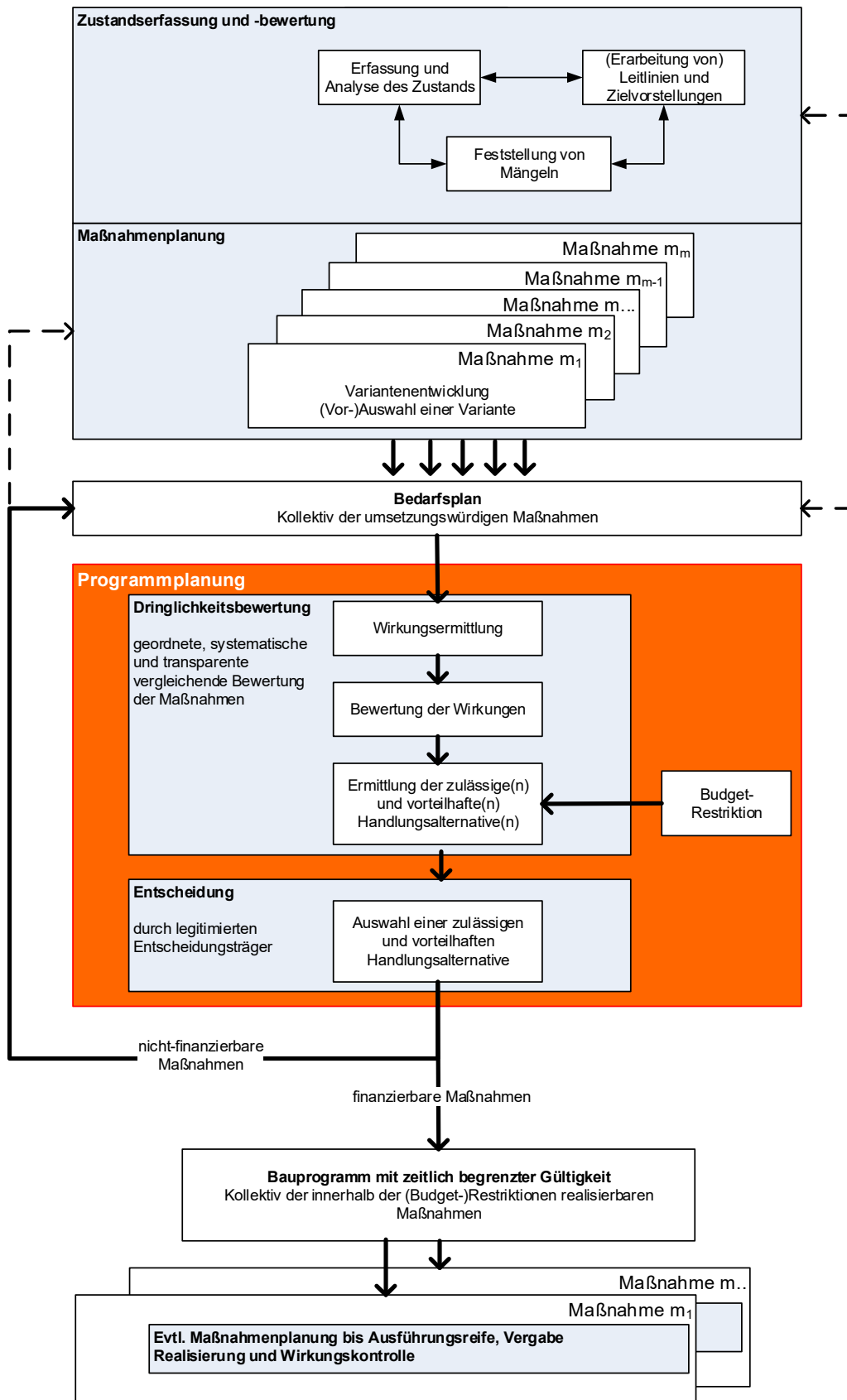
Der **Bezugsraum** eines Bauprogramms umfasst im Allgemeinen das gesamte Zuständigkeitsgebiet des Aufgabenträgers. Je nach Aufgabenträger (Land, Kreis, Kommune) und weiteren Rahmenbedingungen wird sich die Ausdehnung des Bezugsraums, der Umfang des Straßennetzes und die Art der Straßenverkehrsanlagen unterscheiden.

Bauprogramme werden für einen überschaubaren, in der Regel **mehrjährigen Zeitraum aufgestellt** (vgl. KÖHLER 1992). Der Gültigkeitszeitraum kann variieren. Eine wesentliche Bestimmungsgröße für die Gültigkeitsdauer von Bauprogrammen bildet die Finanzplanung des Aufgabenträgers, in der die erwarteten Investitionen für einen bestimmten Zeitraum darzustellen sind.

Die **Planungstiefe** der potenziell in ein Bauprogramm aufzunehmenden Maßnahmen kann erheblich schwanken. Allgemein verbindliche Vorschriften bestehen hierzu nicht. Bei der Dringlichkeitsbewertung im Rahmen der Aufstellung von Bauprogrammen wird allerdings in der Regel vorausgesetzt, dass für alle potenziellen Maßnahmen die **Zulässigkeit** und die **absolute Vorteilhaftigkeit** gegeben sind. Diese grundsätzlichen Anforderungen an Einzelmaßnahmen werden nicht (zwingend) im Rahmen der Dringlichkeitsbewertung festgestellt. Im Rahmen der Dringlichkeitsbewertung wird in der Regel keine Untersuchung der **relativen Vorteilhaftigkeit** im Sinne einer Bewertung von Maßnahmenvarianten (als möglichen Lösungsvarianten für ein bestimmtes, örtlich begrenztes Problem) durchgeführt. Für die vorliegende Arbeit wird davon ausgegangen, dass für die in eine Dringlichkeitsbewertung aufzunehmenden Maßnahmen die Zulässigkeit sowie die absolute und relative Vorteilhaftigkeit im genannten Sinne stets gegeben sind<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Auf die rechtlichen Bindungen und Wirkungen wird in Abschnitt 2.6.2 ausführlich eingegangen.

<sup>7</sup> Eine nähere Erläuterung der Begriffe Zulässigkeit und Vorteilhaftigkeit ist in Kapitel 3.2 enthalten.



Vereinfachte Darstellung der grundsätzlichen Einordnung der Dringlichkeitsbewertung im Planungsablauf von Straßenbaumaßnahmen, Abläufe variieren nach Maßnahmenart und Planungsverfahren.

Abbildung 2: Einordnung der Dringlichkeitsbewertung im Planungsprozess von Straßenbaumaßnahmen (eigene Darstellung nach FGSV 2001A, BOLTZE 2010, HOAI 2013)

Die Dringlichkeitsbewertung im Rahmen der Programmplanung ist ein **maßnahmenübergreifender Planungsschritt** im sonst weitgehend isolierten Planungsprozess von Straßenbaumaßnahmen (vgl. **Abbildung 2**). Im Anschluss an die Programmplanung werden für die finanzierbaren Maßnahmen die restlichen Planungstätigkeiten bis zur Realisierung weitgehend isoliert durchgeführt. Die nicht-finanzierbaren Maßnahmen gehören, solange die Zulässigkeit sowie die absolute und relative Vorteilhaftigkeit gegeben ist, grundsätzlich zum Planungsbedarf, werden aber (vorerst) nicht realisiert.

Die **Planung einer Straßenbaumaßnahme** durchläuft von der Ermittlung der relevanten Grundlagen über die Vorplanung, Entwurfsplanung und Genehmigungsplanung bis zur Realisierung und Inbetriebnahme mehrere definierte **Leistungsphasen**<sup>8</sup>, wobei die Genauigkeit und Verbindlichkeit der Planung zunimmt. Der erforderliche Planungsaufwand für einzelne Phasen variiert dabei nach Maßnahmenart.

Die Berücksichtigung einer Maßnahme in der Programmplanung (und damit in einer Dringlichkeitsbewertung) erfolgt häufig auf Grundlage einer frühen Leistungsphase (ab Leistungsphase 2 Vorplanung). Verbindliche Vorgaben gibt es hierzu aber nicht. Nach Abschluss der Entscheidungsfindung im Rahmen der Programmplanung können je nach Maßnahmenart<sup>9</sup> noch umfangreiche Planungsleistungen bis zur Realisierung erforderlich sein. Dadurch können **nach Abschluss der Dringlichkeitsbewertung bewertungsrelevante Maßnahmeneigenschaften weiterhin erheblichen Veränderungen unterliegen**, mit Konsequenzen für beispielsweise Wirtschaftlichkeit (Kosten) oder Umfeldbeeinträchtigung.

#### Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 2.3: Einordnung der Dringlichkeitsbewertung im Planungsprozess

- ⇒ **Im Vorlauf einer Dringlichkeitsbewertung finden geordnete Planungsschritte statt**, deren Grundlagen und Ergebnisse bei einer Dringlichkeitsbewertung berücksichtigt und evtl. verwendet werden können.
- ⇒ Die bewertungsrelevanten Merkmale von Straßenbaumaßnahmen können nach Abschluss der Dringlichkeitsbewertung im Rahmen der anschließenden Planungsphasen und Genehmigungsverfahren noch verändert werden. Für die Entwicklung eines Verfahrens zur Dringlichkeitsbewertung ist von einer **begrenzten Genauigkeit und Verbindlichkeit der Planung** für zumindest einen Teil der Maßnahmen auszugehen.

## 2.4 Maßnahmenplanung als Grundlage einer Dringlichkeitsbewertung

### 2.4.1 Vorbemerkungen

Für die vorliegende Arbeit wird vorausgesetzt, dass im Rahmen der Entscheidungsfindung keine Maßnahmenplanung im Sinne einer Variantenentwicklung stattfindet. **Grundlage der Entscheidungsfindung sind vorgegebene zulässige und vorteilhafte Maßnahmen**, die nach verschiedenen (maßnahmenartspezifischen) Verfahren entwickelt werden. Die bei diesen Verfahren verwendeten Datengrundlagen und erzeugten Ergebnisse sind für Durchführung von

<sup>8</sup> Vgl. FGSV 2001A, HOAI 2013.

<sup>9</sup> In Abschnitt 2.4 wird auf die spezifischen Planungsabläufe für verschiedene Maßnahmenarten eingegangen.

maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertungen zu beachten und potenziell wichtige und effizient verwertbare Informationsquellen.

Für eine effiziente und fehlerfreie Verwertung dieser Informationen sind Kenntnisse über die **Auslöser einer Planung**<sup>10</sup> und die **Vorgehensweise bei der Planung** der Straßenbaumaßnahmen erforderlich. Im Folgenden werden diese Themen differenziert nach den relevanten Bereichen des Straßenbaus behandelt.

Mängel<sup>11</sup> und der resultierende Handlungsbedarf werden anhand von verschiedenen, unterschiedlich stark formalisierten Verfahren festgestellt. Die **Erfassung und Bewertung des Zustands** in Bezug auf Mängel sind wesentliche Arbeitsschritte bei der Veranlassung und Entwicklung von Maßnahmen. Als **Zustandserfassung** werden die Erfassung des Zustands von Anlagenteilen der Straßeninfrastruktur und die Beschreibung dieses Zustands anhand von definierten Zustandsmerkmalen verstanden. **Zustandsmerkmale** beschreiben ganz allgemein bestimmte (Teil-)Eigenschaften der Infrastruktur, deren Ausprägung als Zustandsgröße erfasst werden kann. Die **Zustandsbewertung** beinhaltet die (systematische) Bewertung des Zustands eines Anlagenteils auf Basis der erfassten Zustandsgrößen und unter Berücksichtigung von definierten Zielgrößen.<sup>12</sup>

#### 2.4.2 Erhaltungsmaßnahmen

Die Auslöser von Erhaltungsmaßnahmen sind in der Regel Mängel an der **Substanz der Straßenverkehrsanlage**. Für die Anlagenteile von Straßenverkehrsanlagen werden unterschiedliche Verfahren zur Zustandserfassung und Bewertung eingesetzt. Die wichtigsten werden nachfolgend dargestellt.

##### Straßenoberbau

Für die **Fahrbahnoberfläche** ist in diesem Zusammenhang die „**Zentrale Erfassung und Bewertung**“ (ZEB) hervorzuheben. Das Verfahren "Zustandserfassung und -bewertung der Fahrbahnoberflächen von Straßen" (ZEB) ist ein gemeinsam vom Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS) und den Ländern bundeseinheitlich eingerichtetes Verfahren. Es hat die Zielsetzung, die Fahrbahnoberflächen der Bundesfernstraßen messtechnisch netzweit zu erfassen und anschließend zu bewerten. Erfasst werden die Merkmale Längs- und Querebenheit sowie das Oberflächenbild. Dieses Verfahren wurde 1991 erstmals und seitdem regelmäßig (ca. alle 4 Jahre) durchgeführt. Das Verfahren wird auch im nachgeordneten Netz (Landes-, Staats-, Kreis- und Gemeindestraßen) angewandt (BAST 2008) und kommt z.B. auch in Städten wie Frankfurt am Main, München, Stuttgart, Erlangen und Darmstadt auf den Hauptverkehrsstraßen zur Anwendung (ADAC 2011). Die ZEB wird durch Forschungsaktivitäten und technische Innovationen ständig weiterentwickelt.

Der Zustand von Verkehrsflächen (Fahrbahn, Nebenflächen) kann alternativ durch eine visuelle Zustandserfassung erfolgen. Nach dem Arbeitspapier „Vorbereitung und Durchführung der

---

<sup>10</sup> Rechtliche Rahmenbedingungen werden ausführlich im Abschnitt 2.6.2 behandelt

<sup>11</sup> Als Mangel wird in diesen Zusammenhang eine unakzeptable Abweichung des Zustands der Verkehrsanlage vom planmäßigen Sollzustand verstanden.

<sup>12</sup> Für die Erfassung und Bewertung des Zustands bestehen verschiedene (maßnahmenartspezifische) Verfahren, bei denen Begriffe in Zusammenhang mit der Erfassung und Bewertung nicht immer kongruent verwendet werden. Die hier verwendeten Begriffsbestimmungen beschreiben - wenn nicht anders dargestellt - die Erfassung und Bewertung des Zustands aller Anlagenteile der Straßeninfrastruktur.

**visuellen Zustandserfassung für innerörtliche Verkehrsflächen**“ (FGSV 2008B) werden die Zustandsmerkmale Spurrinnen, allgemeine Unebenheiten, Risse und Fugen, Flickstellen, Oberflächenschäden und Schäden an Borden und Rinnen aufgenommen (KRAUSE 2001). Die visuelle Erfassung des Zustands ist insbesondere auf kommunaler Ebene eine gängige Vorgehensweise.

Aufgrund wirtschaftlicher Zwänge gibt es in der Praxis verschiedene Ansätze, die Zustandsmerkmale in vereinfachter Form zu erfassen. Bei diesem vereinfachten Verfahren wird in der Regel die Bewertung vorweggenommen und hierauf aufbauend, die Ausprägungen einzelner Zustandsmerkmale erfasst. (ADAC 2011)

Die Zustandsmerkmale werden über eine oder mehrere Zustandsgrößen erfasst. Zur **Zustandsbewertung** werden die aufgenommenen Zustandsgrößen über Normierungsfunktionen in dimensionslose Zustandswerte von 1 („sehr gut“) bis 5 („sehr schlecht“) umgewandelt. Die Normierungsfunktionen können in Abhängigkeit von der Netzbedeutung unterschiedlich definiert sein.

Die Zustandswerte werden durch eine Verknüpfungsregel zu **Teilzielwerten** (Gebrauchswert und Substanzwert (Oberfläche)) und anschließend zu einem **Gesamtwert** verknüpft. **Abbildung 3** zeigt diese Zusammenführung bei einer messtechnischen Zustandserfassung.

Der **Gebrauchswert** kennzeichnet die Angebotsqualität der Verkehrsfläche in Hinblick auf Leistungsfähigkeit (Befahrbarkeit) und Sicherheit. Er berücksichtigt insbesondere die Anforderungen des Straßennutzers. Der **Substanzwert** ist baulasträger- bzw. betreiberorientiert und kennzeichnet die Qualität der baulichen Substanz, sofern aufgrund des an der Fahrbahnoberfläche erfassten Zustands ersichtlich. Der Substanzwert wird für Beton- und Asphaltoberflächen über unterschiedliche Zustandswerte gebildet.

Die Bewertung erfolgt demnach überwiegend nach dem Oberflächenbild. Da diese Information für eine Maßnahmenauswahl unzureichend ist, wird zusätzlich ein **Substanzwert Bestand** berücksichtigt, welcher die stofflichen Eigenschaften und das Alter aller, auch der tiefer liegenden, Schichten des Befestigungsaufbaus einbezieht (MAERSCHALK ET AL. 2008). Während diese Vorgehensweise für das Außerortsnetz eine zufriedenstellende Lösung darstellt, liegen die erforderlichen Angaben zur Berechnung des Substanzwertes Bestand innerorts in der Regel nicht vor. Weiterhin entsprechen die vor Ort vorhandenen Schichten und die Schichtenfolge oftmals nicht dem standardisierten Straßenbau (ADAC 2011).

Für die Notenwerte sind drei wesentliche Stützpunkte zu unterscheiden (FGSV 2012B):

- Der **Zielwert** wird durch den Zustandswert 1,5 gekennzeichnet und entspricht der maximal zulässigen Abweichung vom Idealfall bei der Abnahme einer Straßenbaumaßnahme.
- Der zweite Stützpunkt kennzeichnet den Zustandswert 3,5, der als **Warnwert** bezeichnet wird. Der Warnwert beschreibt einen Zustand, dessen Erreichen Anlass zu intensiver Beobachtung, zur Analyse der Ursachen für den schlechten Zustand und gegebenenfalls zur Planung von geeigneten Maßnahmen gibt.
- Der dritte Stützpunkt kennzeichnet den Zustandswert 4,5 und wird als **Schwellenwert** bezeichnet. Der Schwellenwert beschreibt einen Zustand, bei dessen Erreichen bauliche oder verkehrsbeschränkende Maßnahmen eingeleitet werden müssen.

Der Schwellenwert ist als Auslöser für Baumaßnahmen im Bereich der Erhaltung von Fahrbahnbefestigungen folglich eine wichtige Größe für diese Arbeit.

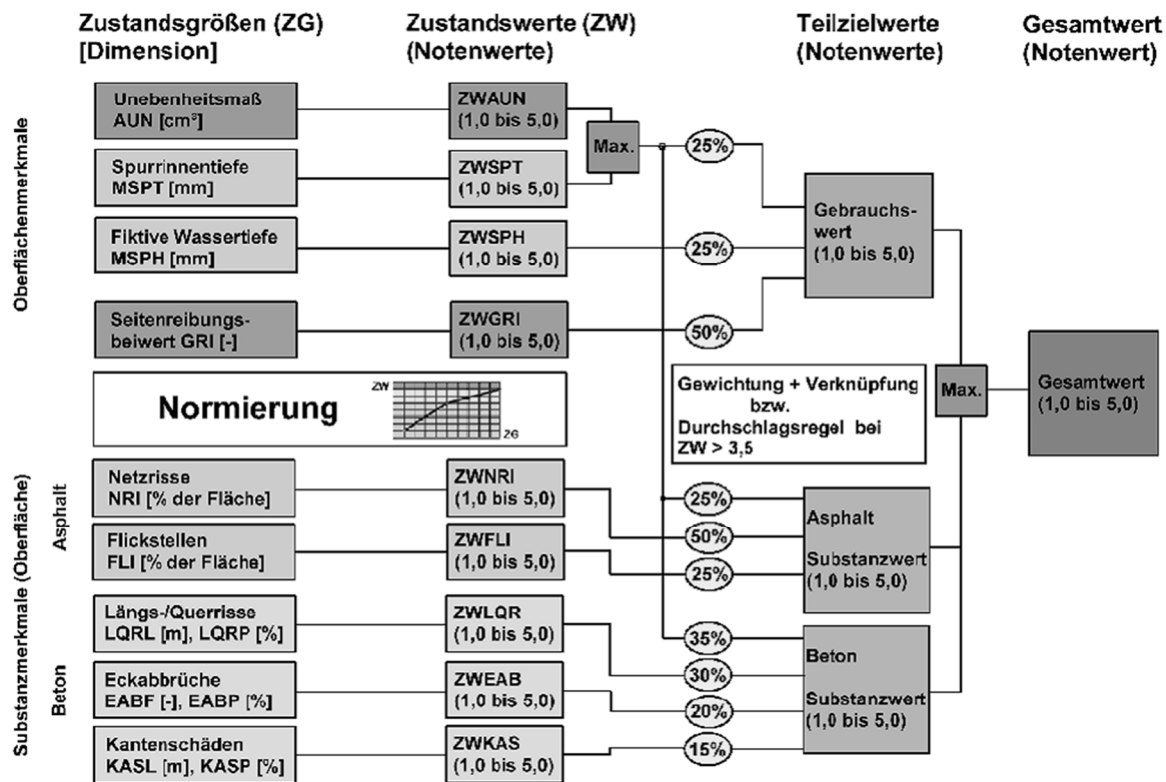


Abbildung 3: Ablauf der Zustandsbewertung bei messtechnischer Zustandserfassung (Quelle: KÖHLER 2002)

Erhaltungsmaßnahmen werden auf der Basis der festgestellten Mängel und unter Berücksichtigung einer **Erhaltungsstrategie** (z.B. präventive, substanzsteigernde Erhaltung, Substanzerhaltung, Gebrauchswerterhaltung) festgelegt.

Die grundsätzliche Vorgehensweise ist in den „Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen“ (RPE-Strä 01, FGSV 2001c) beschrieben:

- Bewertung Netzqualität
- Bewertung der Zustandsentwicklung
- Planung von Erhaltungsmaßnahmen auf Netzebene
- Aufstellung eines mittelfristigen Erhaltungsprogramms
- Umsetzung des Erhaltungsprogramms auf der Ausführungsebene

Im Rahmen der Bewertung der **Zustandsentwicklung** werden Zustandsprognosen durchgeführt. Diese Prognosen können z.B. unter Verwendung von Standard-Verhaltenskurven für Asphalt-, Beton- und Pflasterbefestigungen aus den RPE-Strä 01 erfolgen. Die Zustandsprognose erfolgt für jedes Merkmal gesondert. Hierzu werden anhand des Zeitpunkts der letzten Maßnahme und des aktuellen Zustandswerts für jedes Merkmal zutreffende Verhaltensklassen bestimmt.

Die Planung von Erhaltungsmaßnahmen auf Netzebene erfordert die Festlegung einer Erhaltungsstrategie und Kenntnisse über die Rahmenbedingungen (insbesondere Budgetrestriktionen).

Anhand des aus der Zustandserfassung und -bewertung sowie der erwarteten Zustandsentwicklung bekannten Schadensbildes werden Maßnahmenarten oder Maßnahmengruppen bestimmt, die das Schadensbild bzw. die Schadensursache beseitigen können. Hieraus ergibt sich der aus bautechnischer Sicht erforderliche (mittelfristige) Erhaltungsbedarf. Ein **Erhaltungsprogramm** wird auf Grundlage der verfolgten Erhaltungsstrategie und den gegebenen Rahmenbedingungen

festgelegt. Im Rahmen des Erhaltungsprogramms wird zudem die günstigste Maßnahmenverteilung auf den Umsetzungszeitraum ermittelt.

Erst im Rahmen der **Umsetzung des Erhaltungsprogramms** erfolgt die Konkretisierung der einzelnen Maßnahmen unter Berücksichtigung der örtlichen Rahmenbedingungen. Dies umfasst die genaue Abstimmung mit dem Zustand von Entwässerungs- und Ausstattungselementen, eine Konkretisierung des Maßnahmenumfangs und des Ablaufs der Bauausführung, die konkrete Abschätzung der zu erwartenden Nutzungsdauer und die Ermittlung der Maßnahmen- und Folgekosten. Nach erfolgter Maßnahmenkonkretisierung wird unter Berücksichtigung der Erhaltungsstrategie auf Netzebene über eine Realisierung der einzelnen Maßnahmen entschieden.

**Vordringliche Erhaltungsmaßnahmen** außerhalb der durch Bedarfsplanung oder die Dringlichkeitsreihung vorgegebenen Reihenfolge sind einzuleiten, wenn nach den Ergebnissen der Zustandserfassung und -bewertung und einer Analyse der Unfallsituation ein Zusammenhang zwischen Straßenzustand und Unfallgeschehen äußerst wahrscheinlich ist (FGSV 2003A).

Die Entwicklung von geeigneten Maßnahmen kann im Rahmen eines **Pavement-Management-Systems (PMS)** systematisch erfolgen<sup>13</sup>. Innerhalb des PMS werden anhand vorgegebener Budgetansätze und unter Ableitung von möglichen Schadensursachen aus der ZEB optimale Maßnahmen zur Beseitigung von festgestellten Mängeln abgeleitet. Dieses Verfahren hat für die Planungsebenen der Bundesfernstraßen und Landesstraßen immer mehr an Bedeutung gewonnen. Mit der RPE-Str 01 (FGSV 2001C) wurde die Systematik in das technische Regelwerk implementiert. Für Straßen in Baulast der Kommunen wurden erste Schritte durch die Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (FGSV 2012B) für eine weitere Implementierung derartiger Verfahren getan.

### Ingenieurbauwerke

Die Zustandserfassung und Bewertung von Bauwerken richtet sich nach der „Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 (RI-EBW-PRÜF)“ (BMVBS 2007).

Diese Erfassung und Bewertung erfolgt regelmäßig, eine **Hauptprüfung** ist alle sechs Jahre durchzuführen, eine **einfache Prüfung** immer drei Jahre nach der Hauptprüfung.

Bei den Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 wird im Rahmen der **Erfassung** für jeden erfassten Einzelschaden eine getrennte Schadensbewertung nach den Kriterien Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit durchgeführt.

Die **Standsicherheit** kennzeichnet die Eigenschaft eines Bauwerkes bzw. einzelner Bauwerksteile die planmäßigen Beanspruchungen (bei Nutzungsbeschränkungen entsprechend reduziert) schadlos aufnehmen zu können. Die **Verkehrssicherheit** ist in diesem Zusammenhang ein Maß für die Bauwerksausbildung, welche die Anforderungen an Sicherheit und Ordnung hinsichtlich der gefahrlosen und bestimmungsgemäßen Nutzung des Bauwerkes beinhaltet. Sie schließt damit sowohl die Sicherheit für Verkehrsteilnehmer und Fahrzeuge als auch die Sicherheit für Personen und Sachen im Bauwerksumfeld ein. Die **Dauerhaftigkeit** kennzeichnet die Widerstandsfähigkeit des Bauwerkes bzw. einzelner Bauwerksteile gegenüber Einwirkungen, um eine möglichst lange Nutzungsdauer unter Aufrechterhaltung der Standsicherheit und Verkehrssicherheit bei planmäßiger Nutzung und planmäßiger Bauwerksunterhaltung zu erreichen. (BMVBS 2007)

<sup>13</sup> Eine ausführliche Beschreibung ist in Abschnitt 4.2.3 enthalten.

Bei der Bewertung von Einzelschäden nach Standsicherheit und Verkehrssicherheit werden ausschließlich die aktuellen Einflüsse des Schadens berücksichtigt. Die Bewertung der Dauerhaftigkeit umfasst die Auswirkungen des Schadens in zeitlicher Hinsicht.

Zur **Bewertung** werden für jeden erfassten Einzelschaden Noten von 0 (kein Einfluss) bis 4 (Standsicherheit / Verkehrssicherheit / Dauerhaftigkeit nicht mehr gegeben) verteilt. Die Bewertung erfolgt durch eine manuelle Zuordnung durch den Prüfer anhand der erfassten Schäden, in der Regel durch eine Einstufung anhand von repräsentativen Schadensbeispielen. Auf Basis dieser Bewertungen erfolgt die (automatisierte) Berechnung einer **Zustandsnote** für das Bauwerk als Ganzes (1,0 bis 4,0). Ab der Zustandsnote 3,0 ist kein ausreichender Zustand mehr gegeben und eine umgehende Instandsetzung erforderlich. Ab Note 3,5 sind die Standsicherheit und/oder die Verkehrssicherheit des Bauwerks erheblich beeinträchtigt oder nicht mehr gegeben. Neben einer umgehenden Instandsetzung kann auch eine Erneuerung erforderlich sein.

**Tabelle 4** zeigt die sechs Zustandsnotenbereiche, die für die Bewertung des Gesamtbauwerks relevant sind.

Ferner wird eine **Substanzkennzahl** für die Bauteilgruppen und die Teilbauwerke ermittelt. Sie entspricht der Zustandsnotenbewertung ohne Berücksichtigung der Verkehrssicherheitsbewertung ( $V=0$ ) und dient der Bilanzierung des Anlagevermögens.

Für die weitere Bearbeitung werden entsprechend der vorhandenen Schäden **Empfehlungen zur Erhaltung** gegeben. Diese Empfehlungen können sowohl durch den Prüfer im Prüfbericht als auch durch den Bearbeiter der Erhaltung im Zustandsbericht aus einer definierten Maßnahmenliste (Anweisung Straßeninformationsbank für Ingenieurbauten, Teilsystem Bauwerksdaten (ASB-ING) (BMVBS 2013B)) ausgewählt und dokumentiert werden. Hierbei werden die Art der Leistung (z.B. Bauwerkserneuerung erforderlich, Tragfähigkeitsbeschilderung aufstellen, Sondergutachten erforderlich), die Menge (z.B.  $m^2$  Bauwerksfläche bei Erneuerung), die geschätzten Kosten und die Dringlichkeit (Frist zur Durchführung der Empfehlung) festgehalten. Die abgeschlossenen Prüfungen werden in einer Datenbank (**SIB-Bauwerke**) abgelegt und zusätzlich in dem Zustandsbericht zum Bauwerk festgehalten.

Die BAST entwickelt ein **Bauwerks-Management-System**, kurz BMS<sup>14</sup> (vgl. z.B. HAARDT 2002, HOLST 2005), das dem PMS für Straßenbefestigungen ähnelt. Das BMS soll die Maßnahmenplanung und den Finanzeinsatz optimieren und als Controlling-Instrument eingesetzt werden. Auf Objektebene werden Bauwerksdaten und komplexe Schadensbilder analysiert (vgl. **Abbildung 4**). Ebenso werden anfallende Kosten für den Baulastträger, die Nutzer und die Umwelt sowie Angaben zum zukünftigen Bauwerksverhalten ermittelt. Eine Kosten-Nutzen-Analyse ermöglicht die Bewertung der Maßnahmenvarianten unter volkswirtschaftlichen Kriterien. Das Ergebnis der Analyse ist schließlich die zielführende Maßnahme sowie ihre Dringlichkeit als Vergleichsgröße für eine netzweite Dringlichkeitsreihung.

---

<sup>14</sup> Eine ausführliche Beschreibung ist in Abschnitt 4.2.4 enthalten.



Notenbereich	Beschreibung
1,0-1,4	<b>sehr guter Zustand</b> Die Standsicherheit, Verkehrssicherheit und Dauerhaftigkeit des Bauwerks sind gegeben. Laufende Unterhaltung erforderlich.
1,5-1,9	<b>guter Zustand</b> Die Standsicherheit und Verkehrssicherheit des Bauwerks sind gegeben. Die Dauerhaftigkeit mindestens einer Bauteilgruppe kann beeinträchtigt sein. Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann langfristig geringfügig beeinträchtigt werden. Laufende Unterhaltung erforderlich.
2,0-2,4	<b>befriedigender Zustand</b> Die Standsicherheit und Verkehrssicherheit des Bauwerks sind gegeben. Die Standsicherheit und/oder Dauerhaftigkeit mindestens einer Bauteilgruppe können beeinträchtigt sein. Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann langfristig beeinträchtigt werden. Eine Schadensausbreitung oder Folgeschädigung des Bauwerks, die langfristig zu erheblichen Standsicherheits- und/oder Verkehrssicherheitsbeeinträchtigungen oder erhöhtem Verschleiß führt, ist möglich. Laufende Unterhaltung erforderlich. Mittelfristig Instandsetzung erforderlich. Maßnahmen zur Schadensbeseitigung oder Warnhinweise zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit können kurzfristig erforderlich werden.
2,5 - 2,9	<b>ausreichender Zustand</b> Die Standsicherheit des Bauwerks ist gegeben. Die Verkehrssicherheit des Bauwerks kann beeinträchtigt sein. Die Standsicherheit und/oder Dauerhaftigkeit mindestens einer Bauteilgruppe können beeinträchtigt sein. Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann beeinträchtigt sein. Eine Schadensausbreitung oder Folgeschädigung des Bauwerks, die mittelfristig zu erheblichen Standsicherheits- und/oder Verkehrssicherheitsbeeinträchtigungen oder erhöhtem Verschleiß führt, ist dann zu erwarten. Laufende Unterhaltung erforderlich. Kurzfristig Instandsetzung erforderlich. Maßnahmen zur Schadensbeseitigung oder Warnhinweise zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit können kurzfristig erforderlich sein.
3,0-3,4	<b>nicht ausreichender Zustand</b> Die Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit des Bauwerks sind beeinträchtigt. Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann nicht mehr gegeben sein. Eine Schadensausbreitung oder Folgeschädigung kann kurzfristig dazu führen, dass die Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit nicht mehr gegeben sind. Laufende Unterhaltung erforderlich. Umgehende Instandsetzung erforderlich. Maßnahmen zur Schadensbeseitigung oder Warnhinweise zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit oder Nutzungseinschränkungen sind umgehend erforderlich.
3,5-4,0	<b>ungenügender Zustand</b> Die Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit des Bauwerks sind erheblich beeinträchtigt oder nicht mehr gegeben. Die Dauerhaftigkeit des Bauwerks kann nicht mehr gegeben sein. Eine Schadensausbreitung oder Folgeschädigung kann kurzfristig dazu führen, dass die Standsicherheit und/oder Verkehrssicherheit nicht mehr gegeben sind oder dass sich ein irreparabler Bauwerksverfall einstellt. Laufende Unterhaltung erforderlich. Umgehende Instandsetzung bzw. Erneuerung erforderlich. Maßnahmen zur Schadensbeseitigung oder Warnhinweise zur Aufrechterhaltung der Verkehrssicherheit oder Nutzungseinschränkungen sind sofort erforderlich.

Tabelle 4: Zustandsnotenbereiche für Bauwerke (Quelle: BMVBS 2007)

Diese Dringlichkeitsreihung stellt die **Grundlage für die Erarbeitung eines Erhaltungsprogramms** auf Netzebene dar. Zusätzliche Randbedingungen und Restriktionen, wie beispielsweise das Budget oder die Bündelung von Maßnahmen, erfordern eine weitere Optimierung auf Netzebene, die zu Verschiebungen bei den Maßnahmen und den Objekten führen können. Das BMS wird derzeit insbesondere bei Brückenbauwerken eingesetzt.

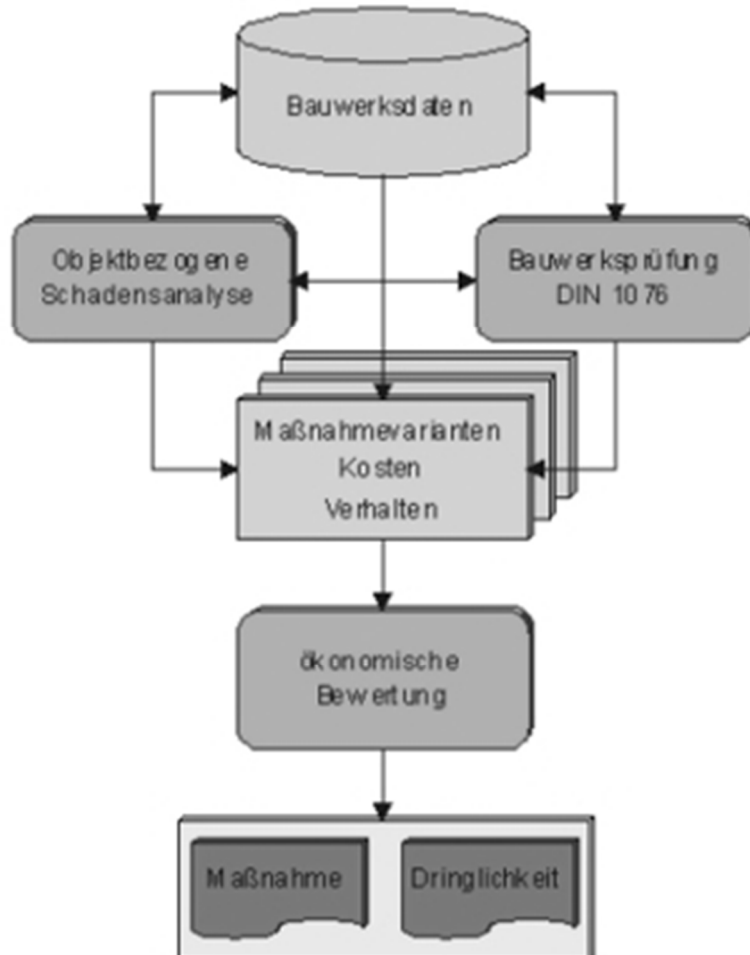


Abbildung 4: Bauwerks-Management-System auf Objektebene (Quelle: BASr 2015)

### Sonstige Anlagenteile

Die Erfassung und Bewertung der sonstigen Anlagenteile hinsichtlich der Notwendigkeit einer Erhaltungsmaßnahme orientiert sich an den jeweiligen Anforderungen, die sich aus der spezifischen Abnutzung dieser Anlagenteile ergeben.

Eine wichtige Rolle haben hierbei die regelmäßig durchzuführenden **Begehungen bzw. Streckenkontrollen** im Rahmen der Verkehrssicherungspflicht inne, bei denen insbesondere frei zugängliche Anlagenteile visuell auf erkennbare Mängel untersucht werden. Diese Begehungen umfassen grundsätzlich alle Anlagenteile der Verkehrsinfrastruktur. Die zeitlichen Intervalle orientieren sich an der Verkehrsbedeutung und der Gefährlichkeit der Straße. Die Bundesarbeitsgemeinschaft Deutscher Kommunalversicherer (BADK) hat aufbauend auf der Rechtsprechung Standards entwickelt, die für diese Kontrollen angewandt werden können (BADK 2011).

Ferner ist die ebenfalls regelmäßig durchzuführende **Verkehrsschau** von Bedeutung. Bei einer Verkehrsschau werden Zustand und Sichtbarkeit der Verkehrszeichen und Verkehrseinrichtungen

geprüft. In §45 VwV-StVO wird die Durchführung von Verkehrsschauen vorgeschrieben. Bezüglich der Durchführung enthält das Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen (MDV) (FGSV 2013) entsprechende Angaben zu Häufigkeit, Umfang und Vorgehensweisen.

Darüber hinaus sind für die einzelnen Anlagenteile in den entsprechenden **Regelwerken, Empfehlungen oder Vorgaben für Prüfverfahren und Prüfintervalle** festgehalten. Eine Übersicht der betriebsrelevanten Regelwerke hat der Arbeitsausschuss AA 4.7 Straßenbetriebsdienst der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen e.V. FGSV erstellt (FGSV 2011c).

Theoretisch lassen sich die sonstigen Anlagenteile der Straßeninfrastruktur in die Managementverfahren für die Straßenbefestigungen und Bauwerke integrieren. Dies ist derzeit noch nicht realisiert, da der Zustand der sonstigen Anlagenteile meist unbekannt und ihre aufgrund ihrer Vielfalt und Unterschiedlichkeit sehr schwierige, methodische Behandlung noch lückenhaft ist. (MAERSCHALK ET AL. 2004)

### 2.4.3 Modernisierungsmaßnahmen

Modernisierungsmaßnahmen werden zur Einhaltung von (geänderten) bau- und sicherheitstechnischen Standards bzw. Zielen durchgeführt.

Unter **Modernisierungsmaßnahmen** wird ein weites Spektrum von Maßnahmenarten gefasst, die nicht zu einer Erweiterung der Kfz-Verkehrsabwicklungskapazität führen und nicht primär zum Zwecke des Erhalts der vorhandenen (Bau-)Substanz der Verkehrsanlage durchgeführt werden. Zu den Modernisierungsmaßnahmen gehören beispielsweise die Anpassung des Querschnitts durch Fahrbahnverbreiterung, der Anbau von Standstreifen sowie Rad- und Gehwegen, die Umprofilierung durch Anpassung von Längs- und Kurvenradien, Anpassungen im Bereich der Ausstattung (Anbringung von Schutzplanken, Beleuchtung...), der Umbau von Knotenpunkten – sofern sie nicht zur Erhöhung der Verkehrsabwicklungskapazität umgesetzt werden – und die Anpassung des Fahrbahnbelags aus umweltbezogenen oder gestalterischen Überlegungen.

Die Gründe für eine **Veranlassung von Maßnahmen** aus diesem heterogenen Maßnahmenkatalog lassen sich allerdings im Wesentlichen auf folgende Punkte begrenzen:

1. Auffällige Unfallhäufigkeit (Verkehrssicherheit)
2. Neue und veränderte Standards in entsprechenden Regelwerken
3. Änderung bei der Nutzung der Verkehrsanlage
4. Vorgaben und Zielvorstellungen von tangierenden Planungsdisziplinen (Städtebau, Flächennutzung, Wirtschaftsförderung, Landschaftsplanung usw.)

#### zu 1.: Verkehrssicherheit

Straßenbaumaßnahmen zur Erhöhung der Verkehrssicherheit werden vorrangig auf der Grundlage von Unfallanalysen abgeleitet. Diese Analysen bilden daher eine wichtige Grundlage für die Veranlassung und Entwicklung von Modernisierungsmaßnahmen.<sup>15</sup>

Aufbauend auf der Verkehrssicherungspflicht nach BGB (vgl. **Abschnitt 2.6.2**) wird in den Verwaltungsvorschriften zur Straßenverkehrsordnung in § 44 VwV-StVO zur Vermeidung von Verkehrsunfällen eine **örtliche Untersuchung des Unfallgeschehens** in enger Zusammenarbeit zwischen Polizei, Straßenverkehrsbehörde und Straßenbaubehörde vorgeschrieben. Hierdurch begründet liegt ein umfangreicher Datenbestand zum Unfallgeschehen im Straßennetz vor. Diese

<sup>15</sup> Zur Beseitigung von auffälligen Unfallhäufigkeiten können auch Erhaltungs- oder Erweiterungsmaßnahmen veranlasst werden. Die Aussagen gelten für diese Maßnahmenarten sinngemäß.

Daten umfassen Informationen zu Unfallfolgen, entstandenem Schaden, Unfallursache und Unfalltyp. (AMSCHL ET AL. 2006).

Die **Erfassung und Auswertung der Unfalldaten** richtet sich nach Landesrecht, orientiert sich aber weitgehend am Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen (FGSV 2001B) und dem Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen (M Uko) (FGSV 2012D). Hier sind Grenzwerte und Verfahren für die Unfallanalyse festgelegt. Diese Untersuchungen erfolgen flächendeckend unterteilt in Untersuchungsgebiete, die sich in der Regel nach Gebietskörperschaften oder administrativen Belangen der Polizei abgrenzen.

Unfallpunkte bzw. Unfallhäufungsstellen werden anhand eines Vergleichs der Unfalldichte mit absoluten Grenzwerten nach einem vorgeschriebenen Verfahren unter Berücksichtigung des Betrachtungszeitraums ermittelt. Unfallhäufungsstellen sind Anlass, weiterführende Untersuchungen in Bezug auf geeignete Maßnahmen (nicht zwingend Straßenbaumaßnahmen) zur Verbesserung der Verkehrssicherheit vorzunehmen. Hierauf aufbauend werden Dringlichkeitsreihungen gebildet, damit die Unfallhäufungsstellen hinsichtlich der Dringlichkeit der Beseitigung von Mängeln in eine Rangfolge gebracht werden können. Unterschieden werden dabei **Sofortmaßnahmen**, die unmittelbar angesetzt werden, sowie umfangreichere (bauliche) Maßnahmen (GDV 2003).

Ferner ist an dieser Stelle noch die **Sicherheitsanalyse von Straßennetzen** zu erwähnen. Hierbei wird ein Sicherheitspotenzial von Netzabschnitten ermittelt, das sich aus der Differenz zwischen den tatsächlichen Unfallkosten und den zu erwartenden Kosten bei richtliniengerechtem Ausbau ergibt. Die Vorgehensweise ist in den Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse an Straßen (ESN) (FGSV 2003B) dargestellt.

#### **zu 2.: Neue und veränderte Standards in entsprechenden Regelwerken.**

Neue Regelwerke und Standards können ein Anlass für die Modernisierung von bestehenden Verkehrsanlagen sein. Die Feststellung von Handlungsbedarf und die Entwicklung von Maßnahmen werden daher anlassbezogen erfolgen.

#### **zu 3.: Änderung bei der Nutzung der Verkehrsanlage**

Wenn die Nutzung einer Verkehrsanlage sich maßgeblich ändert, kann sich hieraus die Notwendigkeit einer Modernisierung ergeben.

Eine regelmäßige und systematische Überprüfung, ob die Nutzung einer Verkehrsanlage weiterhin mit den vorhandenen Standards in Einklang steht, ist nicht vorgeschrieben. Anlass einer Prüfung und ggf. Entwicklung von entsprechenden Maßnahmen werden in der Regel ergänzende Hinweise sein, z.B. ein auffälliges Unfallgeschehen. Klare Hinweise zum Modernisierungsbedarf werden sich in der Praxis ferner als Ergebnis von verkehrlich relevanten Bauleitplanungen oder bei der Aufstellung von strategischen Plänen und sektoralen Verkehrskonzepten, z.B. im Rahmen einer Bestandsanalyse, ergeben.

#### **zu 4.: Vorgaben und Zielvorstellungen von tangierenden Planungsdisziplinen**

Auch Vorgaben und Zielvorstellungen von tangierenden Planungsdisziplinen können Anlass für die Planung von Modernisierungsmaßnahmen sein.

Nachfolgend werden einige Beispiele für diese Art von Maßnahmenbegründung aufgeführt:

- **Städtebau:** Die Gestaltung von Straßen hat eine wesentliche Auswirkung auf die Wahrnehmung des städtebaulichen Erscheinungsbilds. Beispiele für entsprechende

Maßnahmen sind Shared-Space-Konzepte, Anpassungen des Fahrbahnbelags oder Querschnittanpassungen.

- **Umweltplanung:** Durch eine gezielte Anpassung der Verkehrsinfrastruktur können (verkehrsbedingte) Umweltbelastungen reduziert werden. Ein klassisches Beispiel ist die Errichtung von Lärmschutzwänden. Schadstoffbelastungen können durch eine Verflüssigung des Verkehrsablaufs, z.B. durch eine Anpassung von Knotenpunktformen oder modernisierte Lichtsignalanlagen, reduziert werden (vgl. KOHOUTEK 2010). Über moderne Fahrbahnbeläge können Lärmemissionen reduziert werden (vgl. BARTOLOMEAS 2010).
- **Wirtschaftsförderung:** Die Verkehrsinfrastruktur wirkt sich auf die Lagegunst von Räumen und deren wirtschaftliche Entwicklungsmöglichkeiten aus. Als Beispiel sei hier die Verbesserung der touristischen Erschließung durch Verbesserung der Verkehrsinfrastruktur für den Radverkehr genannt.

#### 2.4.4 Erweiterungs- und Neubaumaßnahmen

Erweiterungs- und Neubaumaßnahmen bilden gemeinsam die **kapazitativen wirksamen Straßenbaumaßnahmen**.

Der Auslöser für die Planung von kapazitiven Straßenbaumaßnahmen ist in der Regel auf die folgenden Gründe zurückzuführen:

1. Eine für die Abwicklung des Verkehrsaufkommens vorhandene oder erwartete **unzureichende Kapazität einer Straßenverkehrsanlage**, die sich in einer unzureichenden Qualität der Verkehrsabwicklung manifestiert. Typische Beispiele sind Ausbaumaßnahmen an Knotenpunkten, z.B. durch Anpassung der Knotenpunktform (z.B. Umbau in einem Kreisverkehrsplatz) oder die Erweiterung einer Strecke um einen zusätzlichen Fahrstreifen.
2. **Unzureichende Verbindungsqualität** zwischen Quell- und Zielpunkten. Typische Beispiele sind Netzschlüsse und Ortsumfahrten.
3. **Erhebliche negative Folgewirkungen für das Umfeld** eines Streckenabschnitts oder Straßennetzelements, die in direktem Zusammenhang mit der Höhe des Verkehrsaufkommens stehen. Ein Beispiel ist die Planung von Orts- oder Stadtteillumfahrungen.

##### zu 1.: Unzureichende Kapazität einer Straßenverkehrsanlage

Die wichtigste Grundlage für die Bewertung der Qualität des Verkehrsablaufs für **einzelne Elemente des Straßennetzes** bildet das Handbuch für die Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS) (FGSV 2009). Hierin werden für unterschiedliche Strecken- und Knotenpunktarten sowie für die verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen Grenzwerte definiert. Wichtige Indikatoren für die **Qualität des Verkehrsablaufs** sind Wartezeit und mittlere Reisegeschwindigkeit. Zur standardisierten Bewertung sind sechs Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) definiert, die eine vergleichende Darstellung für unterschiedliche Anlagenarten ermöglichen. Die Qualitätsstufen A bis D sind noch ausreichend, die Stufen E und F beschreiben eine unzureichende Qualität.

Einen häufigen Anlass für eine Überprüfung und Bewertung der Kapazität der Straßeninfrastruktur bilden Vorhaben der Bauleitplanung, bei denen durch Ausweisung neuer oder Umnutzung bestehender Siedlungsflächen eine Änderung der Verkehrsbelastung erwartet wird. Erweiterungs- oder Neubaumaßnahmen, die für die Gewährleistung eines leistungsfähigen und verträglichen Anschlusses des Vorhabens an das (öffentliche) Straßennetz erforderlich werden, sind planungsrechtlich mit dem Bauvorhaben verknüpft. Die Umsetzung ist vom jeweiligen Planungsträger im

Rahmen einer Realisierung des Bauvorhabens sicherzustellen. **Vorhabenbezogene Maßnahmen** sind daher für die Allokationsplanung nicht relevant.

### zu 2.: Unzureichende Verbindungsqualität

Ein entsprechendes **Bewertungsverfahren auf Netzebene** bieten die Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN) (FGSV 2008A). In der RIN sind erstmals verschiedene, nach formalisierten Verfahren überprüfbare Grenzwerte für die **verbindungsbezogene Angebotsqualität** für den Kfz-Verkehr, den öffentlichen Personennahverkehr sowie den Rad- und Fußgängerverkehr formuliert. Die Kriterien beschränken sich auf die Sicht der Nutzer. Für die Beschreibung der verbindungsbezogenen Qualität werden die in **Tabelle 5** dargestellten Kriterien und Kenngrößen verwendet.

Kriterium	Kenngröße
Zeitaufwand	Luftliniengeschwindigkeit
	Reisezeitverhältnis
Direktheit	Umwegfaktor
	Umsteigehäufigkeit

Tabelle 5: Kriterien und Kenngrößen zur Beschreibung der verbindungsbezogenen Angebotsqualität nach RIN (eigene Darstellung nach FGSV 2008A)

Für die Gestaltung und Bemessung von Netzabschnitten werden in der RIN in Abhängigkeit von der jeweiligen Kategorie der Verkehrswege **Zielgrößen für eine angemessene Verkehrsqualität** in Anlehnung an das HBS und unter Berücksichtigung von notwendigen Wartezeiten an Knotenpunkten bestimmt. Bei Straßen und Straßenabschnitten innerhalb bebauter Gebiete ist nach RIN bei der Festlegung der angestrebten Pkw-Fahrgeschwindigkeit eine Abwägung zwischen den Ansprüchen der Verbindungsfunktion und den Straßenumfeldansprüchen erforderlich.

Kategoriengruppe		Kategorie		angestrebte Pkw-Fahrgeschwindigkeiten [km/h]
Autobahnen	AS	AS 0/I	Fernautobahn	100 - 120
		AS II	Überregionalautobahn, Stadtautobahn	70 - 90
Landstraßen	LS	LS I	Fernstraße	80 - 90
		LS II	Überregionalstraße	70 - 80
		LS III	Regionalstraße	60 - 70
		LS IV	Nahbereichsstraße	50 - 60
		LS V	Anbindungsstraße	keine
anbaufreie Hauptverkehrsstraßen	VS	VS II	Ortsdurchfahrt, anbaufreie Hauptverkehrsstraße	40 - 60
		VS III	Ortsdurchfahrt, anbaufreie Hauptverkehrsstraße	30 - 50
angebaute Hauptverkehrsstraßen	HS	HS III	Ortsdurchfahrt, innergemeindliche Hauptverkehrsstraße	20 - 30
		HS IV	Ortsdurchfahrt, innergemeindliche Hauptverkehrsstraße	15 - 25
Erschließungsstraßen	ES	ES IV	Sammelstraße	keine
		ES V	Anliegerstraße	keine

Tabelle 6: Kategorie der Verkehrswege für den Kfz-Verkehr und angestrebte mittlere Pkw-Fahrgeschwindigkeiten (eigene Darstellung nach FGSV 2008A)

**Tabelle 6** zeigt die Zielgrößen für die angestrebten mittleren Pkw-Fahrgeschwindigkeiten auf Netzabschnitten.

Für bestehende Netze können die Kennwerte durch Messfahrten, durch Modellrechnungen und durch die Anwendung von Routenplanern ermittelt werden. In Analogie zum HBS werden die

**Kenngrößen nach sechs Stufen der Angebotsqualität (SAQ)** bewertet. Die Stufen A bis D bezeichnen eine sehr gute bis ausreichende Qualität, die Stufen E und F eine mangelhafte bzw. unzureichende Qualität. Die Stufen sind abhängig von der Luftlinienentfernung. Dadurch wird berücksichtigt, dass sich die Ansprüche mit der Entfernung ändern.

### zu 3.: Negative Folgewirkungen für das Umfeld

Ein weiterer Anlass für die Entwicklung von Erweiterungs- und Neubaumaßnahmen sind wahrgenommene, negative Folgewirkungen des Verkehrsaufkommens. Beispiele sind Maßnahmen, die anlässlich von **Luftreinhalteplänen oder Lärminderungsplänen** entwickelt werden, oder Maßnahmen, die z.B. auf das Bestreben von Bürgerinitiativen zurückgehen und von der Politik aufgegriffen werden.

Als Voraussetzung für die Gewährung von Finanzierungszuschüssen für die Realisierung von Erweiterungs- oder Neubaumaßnahmen ab einer gewissen Größenordnung sind **Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen** durchzuführen. Hier hat sich in der Praxis das formalisierte Verfahren nach den Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (EWS) (FGSV 1997A, FGSV 2010) etabliert. Über die EWS kann einerseits eine Variantenauswahl für eine Maßnahme erfolgen, ferner ist mit diesem Verfahren auch ein Dringlichkeitskriterium ableitbar. Weiterführende Darstellungen zu den EWS finden sich in Abschnitt 4.2.2.

## **2.4.5 Sonstige Auslöser für die Planung von Straßenbaumaßnahmen**

Neben den dargestellten, überwiegend sektoralen Zustandserfassungen und -bewertungen, werden vermehrt ganzheitlichere Ansätze entwickelt und eingesetzt, deren Ergebnisse auch für die Erfassung und Entwicklung von erforderlichen Straßenbaumaßnahmen verwendet werden (können). Ein wesentlicher Antreiber dieser Ansätze ist die zunehmende Bedeutung des **Qualitätsmanagements** in der Verkehrsplanung, sodass sowohl produktbezogene (Sicht der Verkehrsteilnehmer) als auch prozessbezogene (Sicht des Betreibers) Qualitätsmerkmale von Verkehrsanlagen und Anlagenteilen betrachtet werden (vgl. z.B. JENTSCH 2009). Im Rahmen des Qualitätsmanagements werden sowohl auf Netzebene als auch für einzelne Anlagen definierte Qualitätsmerkmale **systematisch** und **periodisch** erfasst und bewertet. Hierauf aufbauend können geeignete Verbesserungsmaßnahmen (nicht zwingend Straßenbaumaßnahmen) entwickelt und umgesetzt werden.

Als Beispiel sei an dieser Stelle das **Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen** genannt (vgl. REUßWIG 2005).

## Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 2.4: Maßnahmenplanung als Grundlage einer Dringlichkeitsbewertung

- ⇒ Die Identifikation und Planung von **Erhaltungsmaßnahmen** ist von einer weitgehenden Standardisierung geprägt. Wichtige Planungsgrundlage bilden dimensionslose Zustandsnoten, die aus örtlichen Messungen und Bestandsaufnahmen über eine Transformationsregel abgeleitet werden. Diese Zustandsnoten beschreiben indirekt auch Aspekte wie Verkehrssicherheit und Verkehrsqualität. Eine Wirkungsermittlung in originären Größen erfolgt für diese Wirkungsbereiche aber nicht. Die Zustandsnoten für Straßenoberbau und Bauwerke werden nach unterschiedlichen Verfahren gebildet und können nicht direkt miteinander verglichen werden. Auch die Erfassungsintervalle von Grundlagendaten sind unterschiedlich. Für die Bewertung von sonstigen Anlagenteilen fehlen für eine Bewertung z.T. grundlegende Daten und Kenntnisse.
- ⇒ Bei **Modernisierungsmaßnahmen** ist eine hohe Standardisierung nur bei Maßnahmen zur Behebung von unzureichenden Verkehrssicherheitssituationen vorhanden. Die Feststellung von Handlungsbedarf erfolgt bei den übrigen Modernisierungsmaßnahmen weniger systematisch, feste Intervalle für die Überprüfung des Ist-Zustands bestehen hier z.B. nicht. Vorgegebene Maßnahmenkataloge zur Behebung von bestimmten Problemtypen liegen in der Regel nicht vor. Modernisierungsmaßnahmen werden in der Regel monosektoral veranlasst. Dieser Fokus spiegelt sich in den im Rahmen der Maßnahmenplanung erfassten und erstellten Informationen sowie in den evtl. durchgeführten Dringlichkeitsbewertungen wider.
- ⇒ Die Standardisierung ist bei der Identifikation und Bewertung von **Erweiterungsmaßnahmen** weit vorangeschritten. Die Planung wird jedoch stark von den örtlichen Rahmenbedingungen geprägt, Standardlösungen sind daher die Ausnahme.
- ⇒ Von allen Maßnahmenarten erfolgt bei der Planung von **Neubaumaßnahmen** aufgrund der oft erforderlichen planungsrechtlichen Absicherung und den Vorgaben der EWS die konsequenteste Berücksichtigung von (unerwünschten) Begleiteffekten für Nutzer, Dritte und Umfeld. In der Regel wird für Erweiterungsmaßnahmen eine relativ gute Datengrundlage vorhanden sein, die auch mittel- bis langfristige Prognosen und die Ermittlung von weiträumigen Wirkungen umfassen kann.
- ⇒ **Qualitätsmanagementansätze** können potenziell regelmäßige und systematisch erfasste maßnahmenartübergreifende Datengrundlagen für die Entwicklung und Bewertung von Straßenbaumaßnahmen liefern.
- ⇒ Zusammenhänge zwischen Maßnahme und Wirkung sind nicht immer bekannt oder werden je nach Maßnahmenart mit unterschiedlichen Methoden ermittelt. Vorliegende Wirkungsermittlungen für unterschiedliche Maßnahmenarten können in der Regel nicht direkt miteinander verglichen werden. Eine wesentliche Aufgabe bei der Verfahrensentwicklung ist daher eine **Bestimmung der Verwertbarkeit von vorliegenden Informationen** und eine **Identifikation von ergänzenden Informationsbeschaffungen**.



## 2.5 Besondere Merkmale einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung

### 2.5.1 Vorbemerkung

Bei der Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung sind verschiedene Merkmale zu berücksichtigen, die in Kombination eine maßnahmenartübergreifende Bewertung von einer maßnahmenartspezifischen Bewertung abgrenzen.

Diese Merkmale werden in der Regel durch eine – gegenüber einer maßnahmenartspezifischen Bewertung – erhöhte Heterogenität gekennzeichnet. Darüber hinaus ist die Anzahl der zu bewertenden Maßnahmen bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung höher als bei mehreren maßnahmenartspezifischen Bewertungen.

Nachfolgend werden die wesentlichen besonderen Merkmale einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung kurz dargestellt.

### 2.5.2 Große Anzahl und heterogene Häufigkeitsverteilung auf Maßnahmenarten

Für die Entscheidungsfindung sind sowohl die **Anzahl der zu bewertenden Maßnahmen** als auch die Anzahl (im Sinne der Dringlichkeitsbewertung) **gleichartiger Maßnahmenarten** für die Verfahrensentwicklung relevant. Je größer die Anzahl der zu bewertenden Maßnahmen und Maßnahmenarten, desto bedeutender ist eine aufwandsreduzierte und nachvollziehbare Informationsbereitstellung und -verarbeitung.

Die folgenden Fallbeispiele für das Landesstraßennetz in Hessen zeigen die Größenordnung der zu berücksichtigenden Anzahl an Maßnahmen.

Bei einer Gesamtlänge des Landesstraßennetzes von insgesamt rd. 7.200 km (HSL 2013) wurden im Rahmen der Dringlichkeitsbewertung 2009 rd. 1.900 Maßnahmen allein aus den Bereichen Instandsetzung, Erneuerung und Modernisierung in die Bewertung aufgenommen (DIELEMAN ET AL. 2010). Für die im Zeitraum 2013/2014 durchgeführte Dringlichkeitsbewertung wurden insgesamt rd. 2.300 Maßnahmen gemeldet. Die Verteilung der im Jahr 2009 bewerteten Straßenbaumaßnahmen zeigt **Abbildung 5**.

Bezogen auf die Anlagenteile der Straßeninfrastruktur betrafen rd. 10% der Maßnahmen Ingenieurbauwerke und die übrigen rd. 90% Instandsetzungs-, Erneuerungs- und Modernisierungsmaßnahmen am Straßenoberbau. Bezogen auf die Bereiche des Straßenbaus sind rd. 50% aller Maßnahmen Instandsetzungsmaßnahmen, knapp 40% Erneuerungsmaßnahmen und die restlichen rd. 10% der insgesamt rd. 1.900 Maßnahmen Modernisierungen.<sup>16</sup>

<sup>16</sup> Für das hessische Landesstraßennetz werden Neu- und Erweiterungsmaßnahmen gesondert berücksichtigt. Direkt vergleichbare Zahlen zur Anzahl zu bewertender Maßnahmen liegen nicht vor.

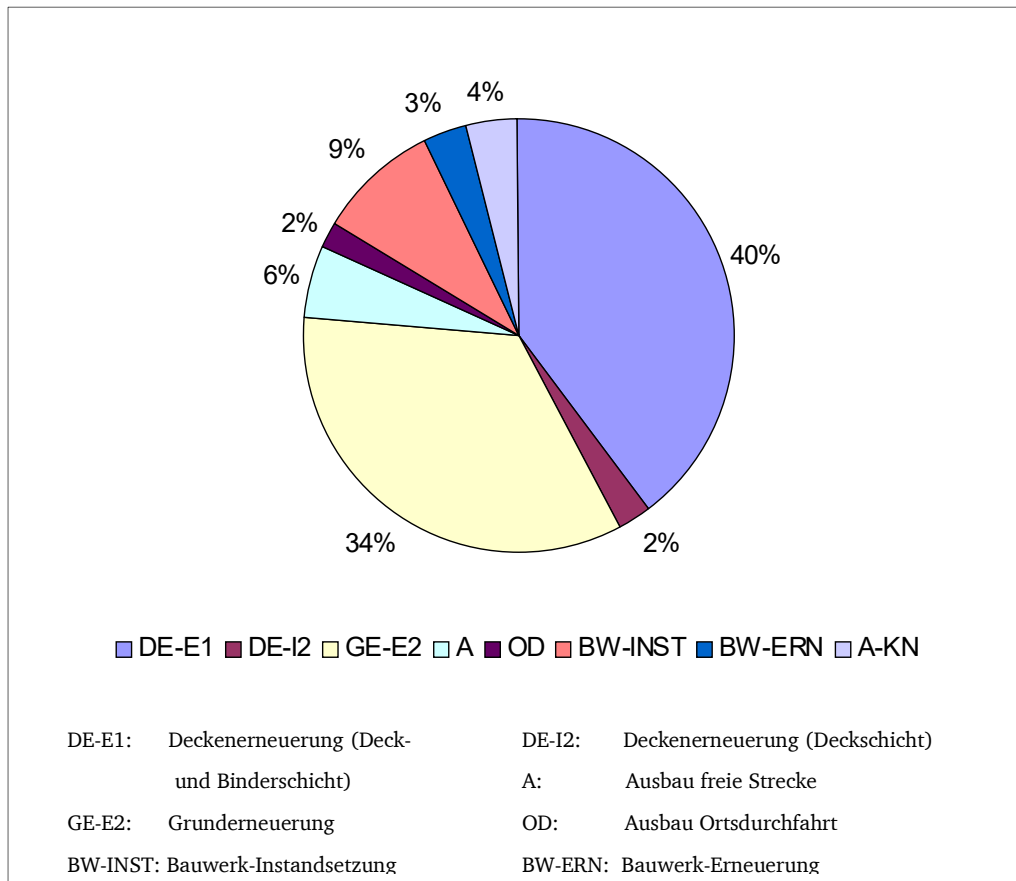


Abbildung 5: Anteile der Maßnahmenarten an der Gesamtzahl der bei der Dringlichkeitsbewertung 2009 für das Landesstraßennetz in Hessen untersuchten Maßnahmen (Quelle DIELEMAN ET AL. 2010)

### 2.5.3 Heterogene Verkehrsbedeutung und heterogenes Umfeld von Straßenverkehrsanlagen

Die funktionale Bedeutung einer Straßenverkehrsanlage ist für eine sachgerechte Bewertung von Straßenbaumaßnahmen zu berücksichtigen.

Die Grundlage für die **funktionale Gliederung** bildet die Richtlinie für integrierte Netzgestaltung RIN (FGSV 2008A). Hierin werden Verkehrswegekategorien aus der Verknüpfung von Verbindungsstufen (z.B. großräumig, regional, nahräumig) und Kategoriengruppen (anbaufreie bzw. angebaute Hauptverkehrsstraßen, Erschließungsstraßen) unterscheiden.

Die (öffentlich-rechtliche) Verpflichtung eine Straßenverkehrsanlage herzustellen oder zu unterhalten ergibt sich aus der Trägerschaft der Baulast. Die Zuordnung der Baulast orientiert sich an der Funktion der Straßenverkehrsanlage. Da der Baulastträger in seiner Funktion auch Planungsträger für die Programmplanung ist (vgl. **Abschnitt 2.6.2**), umfasst die in dieser Arbeit betrachtete Entscheidungsfindung im Allgemeinen das Straßennetz eines Baulastträgers, und **damit mehrere Kategoriengruppen**. Die für eine Dringlichkeitsbewertung relevanten Straßenverkehrsanlagen sind daher in der Regel von vergleichbarer Verbindungsfunktion, aber nicht zwingend auf eine Verbindungsfunktion begrenzt.

Für die in dieser Arbeit berücksichtigten Anwendungsfälle können ferner Maßnahmen an **außerörtlichen und innerörtlichen (anbaufreien und angebauten) Straßenverkehrsanlagen** vergleichend miteinander zu bewerten sein. Das Umfeld einer Straßenbaumaßnahme beeinflusst maßgeblich die Bedeutung von Maßnahmenwirkungen.

Kategoriengruppe		Autobahnen	Landstraßen	anbaufreie Hauptverkehrsstraßen	angebaute Hauptverkehrsstraßen	Erschließungsstraßen
Verbindungsfunktionsstufe		AS	LS	VS	HS	ES
kontinental	0	AS 0		-	-	-
großräumig	I	AS I	LS I		-	-
überregional	II	AS II	LS II	VS II		-
regional	III	-	LS III	VS III	HS III	
nahräumig	IV	-	LS IV	-	HS IV	ES IV
kleinräumig	V	-	LS V	-	-	ES V

AS I	vorkommend, Bezeichnung der Kategorie
	problematisch aufgrund von Konflikten aus Funktionsüberlegungen
-	nicht vorkommend oder nicht vertretbar

AS 0/I	Fernautobahn	VS II	Ortsdurchfahrt, anbaufreie Hauptverkehrsstraße
AS II	Überregionalautobahn, Stadtautobahn	VS III	Ortsdurchfahrt, anbaufreie Hauptverkehrsstraße
LS I	Fernstraße	HS III	Ortsdurchfahrt, innergemeindliche Hauptverkehrsstraße
LS II	Überregionalstraße	HS IV	Ortsdurchfahrt, innergemeindliche Hauptverkehrsstraße
LS III	Regionalstraße	ES IV	Sammelsstraße
LS IV	Nahbereichsstraße	ES V	Anliegerstraße
LS V	Anbindungsstraße		

Tabelle 7: Verkehrswegekategorien für den Kfz-Verkehr (eigene Darstellung nach FGSV 2008A)

## 2.5.4 Heterogene Nutzungsdauer von Straßenbaumaßnahmen

Für die verschiedenen Maßnahmenarten sind unterschiedliche **Nutzungsdauern**<sup>17</sup> zu berücksichtigen. Die Nutzungsdauer von Erhaltungsmaßnahmen beträgt typischerweise zwischen 10 und 25 Jahren, wohingegen z.B. bei Maßnahmen am Unterbau der Nutzungsdauer mehr als 90 Jahre betragen kann (vgl. **Tabelle 8**).

Anlagenteil / Teilleistung	Nutzungsdauer*	Abschreibungszeitraum**	Abschreibungszeitraum***
	[a]	[a]	[a]
Untergrund, Unterbau	90	100	90
Entwässerung	90	75	75
Oberbau	25		
Tragschichten		50	50
Fahrbahndecken - Asphalt (Binder)		25	20
Fahrbahndecken - Asphalt (Deckschicht)		12,5	
Fahrbahndecken - Asphalt (Beton)		25	25
Fahrbahndecken - Asphalt (Pflaster)		50	50
Brücken	50	50	50
Stützwände	50	50	50
Tunnel	50	50	50
sonstige Bauwerke	50		
Ausstattung	10	10	15
Leitschranken, Zäune, Randborde			50
Lärmschutzwände		25	25

Tabelle 8: Abschreibungszeiträume / Nutzungsdauer von Anlagenteile (Quelle: \*ITP ET AL. 2014, \*\*FGSV 1997A, \*\*\*ECOPLAN ET AL. 2005)

<sup>17</sup> Nutzungsdauer wird an dieser Stelle vereinfachend mit Abschreibungszeiträumen gleichgesetzt.

Die Nutzungsdauer ist für die **Bewertung der Kosten einer Maßnahme** von hoher Bedeutung. Vergleichsweise hohe Investitionskosten werden in der Regel erst nach relativ langen Nutzungsdauern ausreichend Nutzen generieren können, damit eine Vorteilhaftigkeit der Maßnahme gegeben ist.

Die vergleichende Bewertung von Maßnahmen mit stark unterschiedlichen Nutzungsdauern ist **methodisch komplex**, da Nutzen und Kosten von Maßnahmen in Abhängigkeit der Nutzungsdauer bewertet werden müssen.

Eine zusätzliche Komplexität kommt hinzu, wenn Straßenbaumaßnahmen mehrere **Anlagenteile mit unterschiedlichen Nutzungsdauern** umfassen. Bei Modernisierungsmaßnahmen und Erweiterungsmaßnahmen ist dies häufig der Fall.

Schließlich muss beachtet werden, dass für das Erreichen der anvisierten Nutzungsdauer oft die regelmäßige Durchführung von Erhaltungsmaßnahmen (**Folgemaßnahmen**) eine notwendige Bedingung ist. Diese Folgemaßnahmen sind bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung Bestandteil von künftigen Programmplanungen. Die Entscheidung über die Realisierung oder Nicht-Realisierung einer Folgemaßnahme kann sich aber auf Nutzungsdauer, Kosten und/oder Nutzen der Initialmaßnahme und damit auf die Bewertung der Maßnahme auswirken.

### 2.5.5 Heterogene Maßnahmekosten

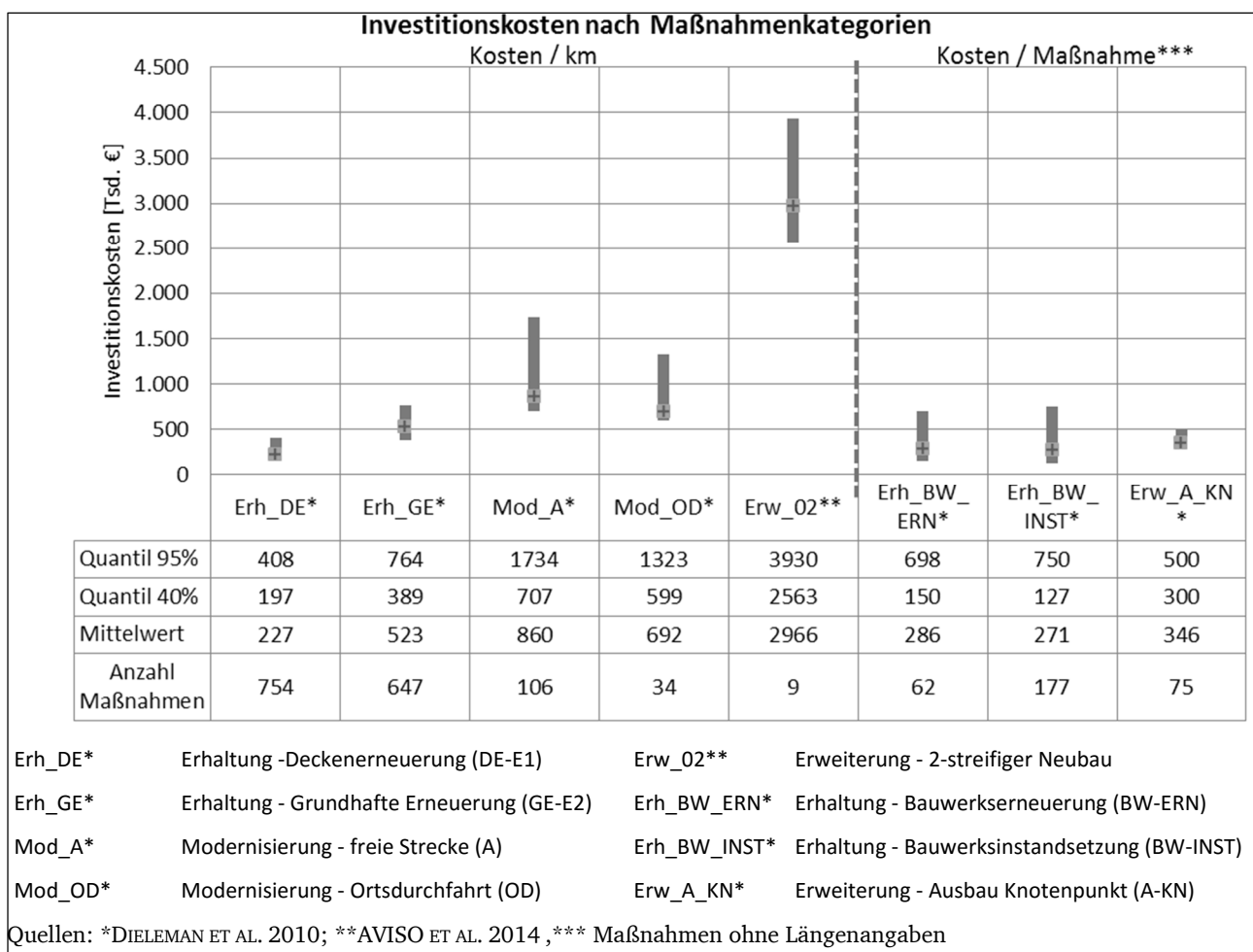


Abbildung 6: Beispiele für spezifische Gesamt-Investitionskosten nach Maßnahmenkategorien

Die Realisierung von Maßnahmen ist mit **Investitionskosten** und in der Regel mit weiteren Kosten für **Betrieb, Erhaltung und Abbruch** der Straßenverkehrsanlage am Ende der Nutzungsdauer verbunden.

Ziel einer Programmplanung ist die Generierung eines höchstmöglichen Nutzens bei einem gegebenen Finanzierungsbudget. Eine Bewertung der **Effizienz der eingesetzten Investitionsmittel** ist daher ein wichtiger Bestandteil der Dringlichkeitsbewertung.

**Abbildung 6** zeigt beispielhaft die **spezifischen Maßnahmenkosten** für verschiedene Maßnahmenarten, basierend auf empirischen Datengrundlagen. An diesem Beispiel werden nicht nur die z.T. erheblichen Unterschiede bei den spezifischen Investitionskosten zwischen einfacheren Erhaltungsmaßnahmen und aufwendigen kapazitativen Neubaumaßnahmen ersichtlich. Es ist zudem erkennbar, dass innerhalb von Maßnahmenkategorien z.T. erhebliche Schwankungsbereiche auftreten.

Die maßnahmenartspezifischen Investitionskosten und die ungefähre Nutzungsdauer der Maßnahmen korrelieren in einem gewissen Umfang, gleichen die maßnahmenartspezifischen Kostenunterschiede jedoch nicht vollständig aus (vgl. **Abbildung 7**).

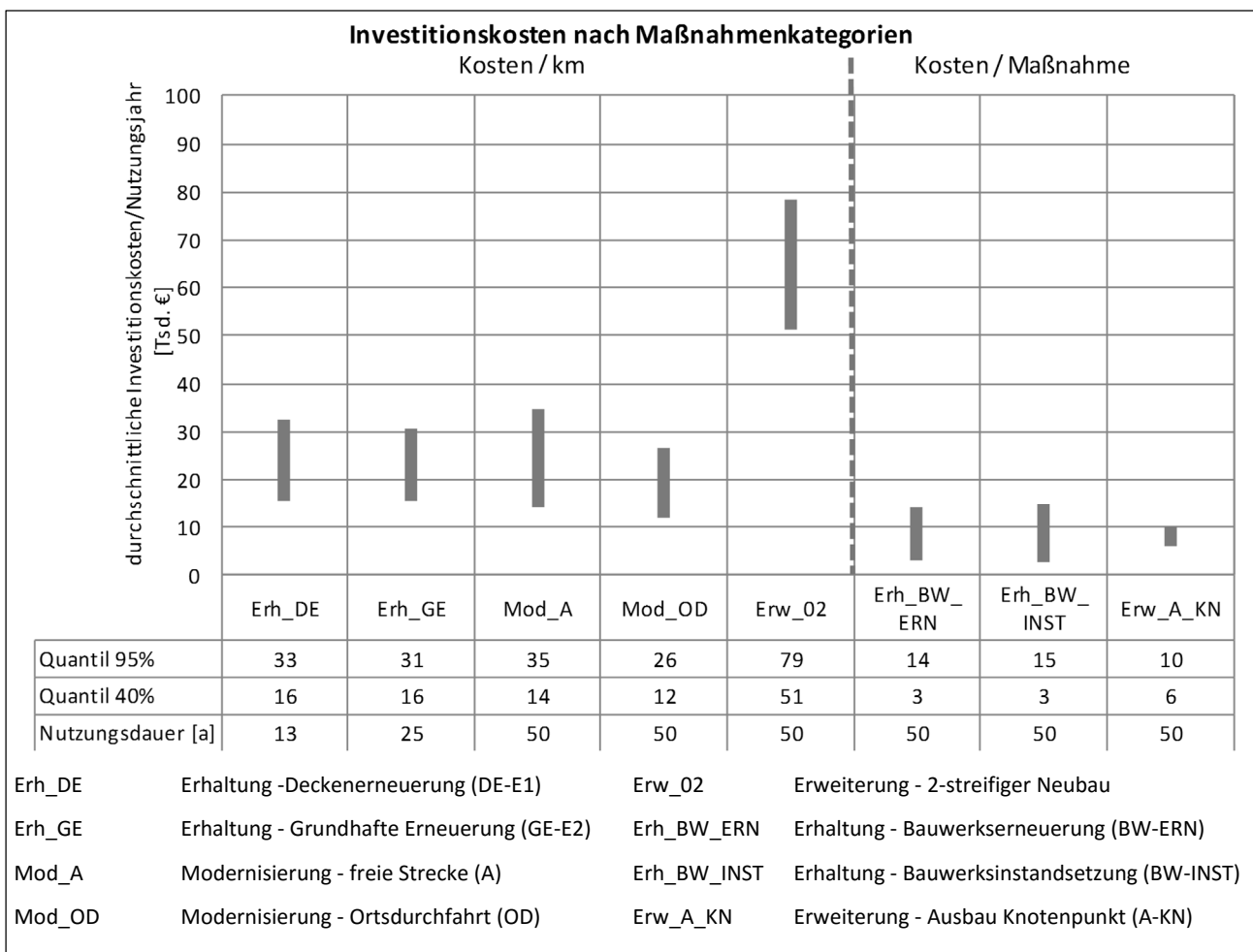


Abbildung 7: Beispiele für spezifische Investitionskosten unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer nach Maßnahmenkategorien<sup>18</sup>

<sup>18</sup> abgeleitet auf der Grundlage von Abbildung 6 und Tabelle 8.

Dies hat Auswirkungen auf die Bewertung der Bedeutsamkeit von Maßnahmenwirkungen. Wirkungen, die bei einer Maßnahme mit relativ hohen spezifischen Maßnahmenkosten vernachlässigt werden können (da sie eine vergleichsweise geringe Wirkung auf die Bewertung der Maßnahme haben), können für Maßnahmen mit relativ geringen spezifischen Maßnahmenkosten relevant sein. Dies ist z.B. bei der Übertragbarkeit von Datengrundlagen und Bewertungsergebnissen von einer Maßnahmenart auf eine andere Maßnahmenart zu berücksichtigen.

### 2.5.6 Heterogene Planungsreifen und planungsrechtlichen Anforderungen

Die Fachplanungsgesetze sehen vor, dass Verkehrs- und Betriebsanlagen nur dann gebaut, zurückgebaut oder anderweitig wesentlich geändert werden dürfen, wenn zuvor der Plan hierzu festgestellt wurde. Dem geht mit dem sogenannten **Planfeststellungsverfahren** ein formaler Planungsablauf voraus, in dem die Öffentlichkeit an den Planungen beteiligt werden muss. Eine Ausnahme bilden Gemeindestraßen, Radwege und sonstige öffentliche Wege, die in der Regel über die Bauleitplanung in **Bebauungsplänen** planerisch gesichert werden. (FGSV 2011A)

Die **Planfeststellung und Plangenehmigung entfallen in Fällen von unwesentlicher Bedeutung** (vgl. Z.B. § 74 Hessisches Verwaltungsverfahrensgesetz (HVwVfG)). Eine unwesentliche Bedeutung liegt nach (HLSV 2011) vor, wenn

- es sich um ein Vorhaben handelt, für das weder nach dem Umweltverträglichkeitsprüfungsgesetz (UVPG) (gilt für Bundesfernstraßen) noch nach den Landesgesetzen eine Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) durchzuführen ist, und
- andere öffentliche Belange nicht berührt sind, mit den Trägern öffentlicher Belange das Benehmen hergestellt worden ist oder die erforderlichen behördlichen Entscheidungen vorliegen und sie dem Plan nicht entgegen stehen, und
- Rechte anderer nicht beeinflusst werden oder mit den vom Plan Betroffenen entsprechende Vereinbarungen getroffen worden sind.

Für **Erhaltungsmaßnahmen in den bestehenden baulichen Grenzen ist keine planerische Sicherung** erforderlich, da es sich hierbei um keine Änderungen im rechtlichen Sinne handelt. Sie dienen der Erhaltung des bestehenden Zustands, während eine Änderung der Straße sich in der Regel auf deren verkehrliche Bedeutung, Leistungsfähigkeit und damit auf einen Eingriff in den Bestand bezieht. (HLSV 2011). Für die übrigen Bereiche des Straßenbaus ist in der Regel eine planerische Sicherung über ein Planfeststellungsverfahren oder einen Bebauungsplan erforderlich.

Unabhängig von den planungsrechtlichen Anforderungen können die für eine Programmplanung angemeldeten Maßnahmen unterschiedliche "**Reifegrade**" haben. Insbesondere für Maßnahmen oder Planungsschritte, die mit relativ hohem Planungsaufwand verbunden sind, ist es aus wirtschaftlicher Sicht sinnvoll, die Vertiefung erst nach einer Entscheidung im Rahmen der Programmplanung vorzunehmen.

### 2.5.7 Heterogene Wirkungsermittlungsmethoden

Maßnahmen werden aus verschiedenen Anlässen geplant (vgl. **Abschnitt 2.4**). Allein aus diesem Grund sind mehrere Wirkungsbereiche bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung zu berücksichtigen. Die Berücksichtigung von mehreren Wirkungsbereichen ist gängige Praxis in der Verkehrsplanung und für die Entwicklung einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung aus diesem Grund im grundsätzlich unproblematisch.

Nicht alle Wirkungsbereiche haben allerdings für alle Maßnahmenarten eine ähnliche Bedeutung. Die Entwicklung von Verfahren zur Bestimmung der Notwendigkeit und Wirkung der verschiedenen Maßnahmenarten hat vor diesem Hintergrund stattgefunden. **Wirkungen werden hierdurch auf unterschiedliche Weise berücksichtigt.** Zum Teil werden Wirkungen auch vernachlässigt, wenn sie für die mit der Maßnahme verfolgten Ziele wenig oder keine Bedeutung haben (vgl. **Abschnitt 2.4** und **Abschnitt 4.2**). Die Verfahren sind außerdem vor dem Hintergrund von bestehenden Kenntnissen über Wirkungszusammenhänge entwickelt worden.

In der Folge liegen **nicht für alle Wirkungsbereiche einheitliche Ermittlungsverfahren** vor, welche eine maßnahmenartübergreifende Wirkungsermittlung auf einheitliche Art und Weise ermöglichen. Auch fehlen z.T. Grundkenntnisse über Wirkungszusammenhänge, da sie für die etablierten Methoden nicht erforderlich sind.

Dies ist z.B. bei der Bewertung von Reisezeitveränderungen der Fall. In früheren Maßnahmenbewertungen für Bundesverkehrswegeplänen stellten sich stets Reisezeitverbesserungen als wichtigste Einflussgrößen auf das Nutzen-Kosten-Verhältnis heraus (BMVI 2014). Die Methoden zur Ermittlung und Bewertung dieser Zeitaspekte sind für Neubaumaßnahmen weit entwickelt. Auswirkungen für die Reisezeit sind auch für Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen zu vermuten. Allerdings ist es bisher nicht gelungen, „den Einfluss von Zustandsänderungen auf Betriebs-, Zeit-, Unfall- und sonstige Kosten so zu quantifizieren, dass eine schlüssige Verfahrensweise angegeben werden kann. In einer ersten Annäherung an das Thema wurde versucht, unter Anwendung der Ansätze der EWS 97, die Grundvoraussetzungen für ein Verfahren zur monetären Bewertung von Erhaltungsmaßnahmen im Rahmen des Pavement Management Systems (PMS) aufzuzeigen. Erhaltungsmaßnahmen verändern den Zustand; ihre monetäre Bewertung schließt damit indirekt auch eine Bewertung dieser Zustandsänderungen ein. Die Ergebnisse dieser an praktischen Beispielen verifizierten Untersuchungen sind noch unbefriedigend, insbesondere auch wegen des nicht quantifizierbaren Zusammenhangs zwischen dem Zustand und Geschwindigkeitsverhalten“. (MAERSCHALK ET AL. 2008)

Ähnlich ist dies für die Wirkungsbereiche mit Betroffenheit von Dritten oder Umweltaspekte. Diese Aspekte werden derzeit nicht in PMS einbezogen (MAERSCHALK 2006).

### 2.5.8 Heterogene dynamische und räumliche Wirkungen

Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung ist die **unterschiedliche Dynamik von Wirkungen** zu berücksichtigen. Wirkungen können im Zeitverlauf konstant oder variabel sein. Letzteres gilt z.B. für den Straßenzustand, der sich bei gleichbleibenden Rahmenbedingungen durch exogene Einwirkungen kontinuierlich verschlechtert. Wirkungen, deren Intensität vom Straßenzustand abhängig ist, ändern sich dadurch ebenfalls im Zeitverlauf. Bei Neubaumaßnahmen und Modernisierungsmaßnahmen sind dynamische Wirkungsaspekte in der Regel von nachgeordneter Bedeutung. Obwohl solche Effekte durchaus auftreten, werden sie in den etablierten Verfahren in der Regel nicht explizit berücksichtigt.

Ferner ist die **unterschiedliche räumliche Ausdehnung von Wirkungen** bei den Maßnahmenarten zu beachten. Durch Maßnahmen mit Verlagerungswirkung kann das Verkehrsaufkommen auch in weiteren Abschnitten des Straßennetzes verändert werden. Wirkungen, die mit der Verkehrsbelastung korrelieren, können auf diese Weise weiträumig berücksichtigt werden.

### 2.5.9 Klassifikation von Maßnahmenarten

Bei einer Dringlichkeitsbewertung werden die Maßnahmen auf der Grundlage ihrer Wirkungen vergleichend bewertet. Im Sinne einer effizienten Durchführung der Entscheidungsfindung ist eine

**Klassifikation der Maßnahmen** nach typischen Wirkungen auf möglichst hohem Abstraktionsniveau anzustreben. Die Klassifizierung in eindeutig abgegrenzte Maßnahmenarten, z.B. über eine Zuordnung zu den einzelnen in **Tabelle 3** dargestellten Matrixfeldern, ist allerdings nicht trivial. Maßnahmenwirkungen unterscheiden sich nicht nur nach dem ihnen zugeordneten Bereich des Straßenbaus und dem betroffenen Anlagenteil, sondern z.B. auch durch die Lage der Verkehrsanlage oder das gewählte Bauverfahren.

Bezeichnung	Erläuterung
N	Neubau (Strecke und Bauwerke)
OU	Ortsumgehung (Strecke und Bauwerke)
A	Ausbau freie Strecke (Anmerkung: Planung erforderlich)
DE-I2	Erneuerung der obersten Deckschicht (freie Strecke und OD)
DE-E1	Erneuerung der Decke (freie Strecke und OD)
GE-E2	Grunderneuerung einschl. bit. Tragschicht (ohne Planung, sonst A)
OD	Ausbau in der OD
A-KN	Ausbau Knotenpunkte (freie Strecke und OD)
R	Radweg
BW-ERN	Bauwerkserneuerung
BW-INST	Bauwerksinstandsetzung
L-WALL	Lärmschutzwall
L-WAND	Lärmschutzwand
T-NEU	Tunnelneubau
T-INST	Tunnelinstandsetzung
T+R-NEU	Tank und Rast – Neubau
T+R-INST	Tank und Rast – Instandsetzung
BÜ	Bahnübergangsbeseitigung

Tabelle 9: Beispiel für eine Klassifikation von Maßnahmenkategorien (eigene Darstellung nach HESSISCHER LANDTAG 2012)

Mit einer Straßenbaumaßnahme werden in der Regel mehrere Anlagenteile gleichzeitig verändert. Außerdem können bei einer Maßnahme für einen einzelnen Anlagenteil unterschiedliche Bereiche des Straßenbaus relevant sein. So können beispielsweise im Rahmen einer Erweiterungsmaßnahme eines Streckenabschnitts auch hiermit zusammenhängende Erweiterungsmaßnahmen an Brückenbauwerken erforderlich sein. Aufgrund der ohnehin erforderlichen Bauarbeiten werden dann eine vorgezogene Instandsetzung oder Erneuerung des Straßenoberbaus durchgeführt. Ferner wird bei der Umsetzung von Aufgaben des Straßenbaus eine Vielzahl von unterschiedlichen Bauverfahren eingesetzt. Je nach Bauverfahren können sich die Wirkungen einer Maßnahme z.B. hinsichtlich Kosten und Wirkungsintensität unterscheiden. Die Liste der anwendbaren Bauverfahren ändert sich zudem ständig durch das Fortschreiten des Stands der Technik.

**Tabelle 9** zeigt beispielhaft eine Klassifikation von Maßnahmenarten nach der Systematik der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung. Ähnliche Klassifikationen von Maßnahmentypen finden sich auch bei anderen Straßenverwaltungen. Diese Einteilungen richten sich einerseits nach Maßnahmeneigenschaften, die für eine Dringlichkeitsbewertung relevant sind. Andererseits spiegeln sie auch spezifische Organisationsstrukturen der jeweiligen Verwaltung und aktuelle verkehrspolitische Schwerpunktsetzungen wider. Eine allgemein gültige und für diese Arbeit geeignete **Klassifikation von Maßnahmenarten** lässt sich daher aus der Literatur nicht direkt ableiten.



## Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 2.5: Besondere Merkmale einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung

- ⇒ Bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung kann eine **große Anzahl an Maßnahmen** zu berücksichtigen sein. Bei der Verfahrensentwicklung ist daher auf Lösungen zu achten, die eine Durchführung des Verfahrens mit angemessenem Aufwand erlauben.
- ⇒ Mit den verschiedenen Maßnahmenarten ist ein **weites Spektrum an (typischen) Nutzungsdauern** (Lebensdauern) verbunden. Ferner sind stark **unterschiedliche artspezifische Maßnahmenkosten** zu berücksichtigen. Diese Aspekte sind bei der Spezifizierung von Methoden zur vergleichenden Bewertung der verschiedenen Maßnahmenarten zu berücksichtigen.
- ⇒ Bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung werden in der Regel unterschiedliche planungsrechtliche Anforderungen zu beachten sein. Das Verfahren muss daher Maßnahmen mit **unterschiedlicher Planungsverbindlichkeit** fehlerfrei behandeln können.
- ⇒ Bei der Verfahrensentwicklung ist eine **umfangreiche Palette an Wirkungsbereichen** zu berücksichtigen. Potenzielle Wirkungsstärken können je nach Maßnahmenart stark variieren. Das Verfahren muss daher außerdem mit potenziell **breiten Wirkungsspektren** umgehen können.
- ⇒ Bei Maßnahmen, die den Zustand der Bausubstanz verändern, sind dynamische Wirkungsveränderungen zu berücksichtigen. Im Rahmen der Verfahrensentwicklung muss eine Lösung für den Umgang mit dieser **Wirkungsdynamik** gefunden werden.
- ⇒ Bei Maßnahmen mit Verlagerungswirkung sind weiträumige Wirkungsausdehnungen zu berücksichtigen. Bei der Verfahrensentwicklung sind daher Lösungen für den Umgang mit **weiträumig auftretenden Wirkungen** und evtl. Wirkungsüberlagerungen zu identifizieren.
- ⇒ Eine allgemeingültige, systematische Klassifikation von Maßnahmenarten als Grundlage für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung liegt nicht vor. Die **Entwicklung einer zweckdienlichen Maßnahmenklassifikation** ist im Rahmen der Verfahrensentwicklung unter Berücksichtigung der individuellen Rahmenbedingungen des Baulasträgers vorzunehmen.

## 2.6 Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines Verfahrens zur Dringlichkeitsbewertung

### 2.6.1 Vorbemerkungen

Entscheidungsfindungen erfolgen immer in einem bestimmten Kontext. Dieser Kontext der Entscheidungsfindung wird von allgemein gültigen und fallspezifischen Rahmenbedingungen bestimmt. Diese Rahmenbedingungen müssen für eine fehlerfreie Entwicklung eines Entscheidungsverfahrens bekannt sein und angemessen berücksichtigt werden.

Nachfolgend werden Rahmenbedingungen auf einer allgemeingültigen Ebene dargestellt.

### 2.6.2 Gesetzliche Rahmenbedingungen

Für den Zustand des Straßenverkehrssystems ist der jeweilige Träger der Straßenbaulast verantwortlich. Diese Aufgabe leitet sich aus den Bestimmungen des **Bundesfernstraßengesetzes** (FStrG) (FStrG, 2013) und den **Landesstraßengesetzen** ab. Diese verpflichten die Träger der Straßenbaulast, nach ihrer Leistungsfähigkeit und entsprechend der regelmäßigen Verkehrsbedürfnisse, Verkehrsanlagen zu bauen, auszubauen und zu unterhalten.

Im Kern sind die in den einzelnen Straßengesetzen den Trägern der Baulast auferlegten Aufgaben vergleichbar. Als Beispiel wird hier das hessische Straßengesetz (HStrG) (HStrG 2004) aufgeführt.

Nach §9, Absatz 1 des Hessischen Straßengesetzes umfasst die **Straßenbaulast** alle mit dem Bau und der Unterhaltung der Straßen zusammenhängenden Aufgaben. Die Träger der Straßenbaulast haben nach ihrer **Leistungsfähigkeit** die Straßen in einem dem **regelmäßigen Verkehrsbedürfnis** entsprechenden Zustand zu bauen, auszubauen und zu unterhalten. Dabei sind die sonstigen **öffentlichen Belange** einschließlich des **Umweltschutzes** sowie Belange Behinderter und anderer Menschen mit Mobilitätsbeeinträchtigungen mit dem Ziel, möglichst weitreichende Barrierefreiheit zu erreichen, zu berücksichtigen. Soweit sie hierzu unter Berücksichtigung ihrer Leistungsfähigkeit außerstande sind, haben die Straßenbaubehörden auf den nicht verkehrssicheren Zustand vorbehaltlich anderweitiger Anordnungen der Straßenverkehrsbehörden durch Warnzeichen hinzuweisen. (HStrG, 2003) (HStrG 2004)

Nach §47 HStrG haben die Träger der Straßenbaulast dafür einzustehen, dass ihre Bauten allen **Anforderungen der Sicherheit und Ordnung genügen**. Behördlicher Genehmigungen, Erlaubnisse und Abnahmen durch andere als die Straßenbaubehörden bedarf es nicht. Nach §48 HStrG bestimmt die für das Straßen- und Verkehrswesen zuständige Ministerin oder der hierfür zuständige Minister die Mindestvoraussetzungen, denen die öffentlichen Straßen entsprechen müssen.

Die Erfüllung der Aufgaben, die den Trägern der Straßenbaulast nach den gesetzlichen Vorschriften obliegen, wird durch die Straßenaufsicht sichergestellt (§49 HStrG). Die Verpflichtungen des Baulastträgers bestehen lediglich gegenüber der Straßenaufsichtsbehörde. Eine Verletzung durch den Baulastträger begründet zunächst keinen Schadenersatzanspruch eines Verkehrsteilnehmers. Dieser kann sich aber aus der **Straßenverkehrssicherungspflicht** ergeben. Die Haftung richtet sich im Falle einer Verletzung einer Verkehrspflicht nach §839 BGB (BGB 2014). Die Straßenverkehrssicherungspflicht trifft die Körperschaft, die den Verkehr auf der Straße zugelassen hat und andauern lässt, und imstande ist, der Gefahr zu begegnen. (vgl. ADAC 2011)

Kommt ein Träger der Straßenbaulast einer gesetzlichen Verpflichtung nicht ordnungsgemäß nach, so stellt die Straßenaufsichtsbehörde die Verpflichtung fest. **Die Straßenaufsichtsbehörde kann die Durchführung der notwendigen Maßnahmen unter Setzung einer angemessenen Frist anordnen** (§49 HStrG).

Die Notwendigkeit, einer Prioritätenreihung von Maßnahmen in einer geordneten Weise durchzuführen, lässt sich aus den Forderungen der **Haushaltsordnungen** der Länder bzw. entsprechenden Forderungen der Gemeinde-Haushalts-Verordnungen ableiten. Diese fordern für finanzwirksame Maßnahmen ab einer gewissen Größenordnung die Durchführung von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen (z.B. LHO 2013). Gesetzliche Bindungen zur Methodik von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen bestehen für die hier behandelten Straßenbaumaßnahmen an Landes-, Kreis- und Gemeindestraßen nicht (FGSV 2010).

Bund und Länder sind nach § 50 des Haushaltsgrundsatzgesetzes (HGrG) verpflichtet, ihrer Haushaltswirtschaft eine 5-jährige **Finanzplanung** zu Grunde zu legen. In ihr ist darzustellen,

welche Ausgaben eine Regierung mittelfristig für erforderlich hält und wie diese Ausgaben gedeckt werden sollen. Die Finanzplanung ist jährlich fortzuschreiben. Es handelt sich um ein Planungs- und Informationsinstrument ohne unmittelbare Vollzugsverbindlichkeit (vgl. HMF 2012).

Nach dem Gesetz über die **Umweltverträglichkeitsprüfung** (UVPG) sind alle Neubaumaßnahmen und Ausbaumaßnahmen an Straßen, die mit erheblichen Auswirkungen für die Umwelt verbunden sind, einer UVP zu unterziehen. Ob erhebliche nachteilige Auswirkungen vorhanden sind, wird im Rahmen einer Erheblichkeitsprüfung geprüft (vgl. FGSV 2011A). Die Zulässigkeit einer Maßnahme setzt folglich eine umfassende Berücksichtigung von erheblichen nachteiligen Auswirkungen für die Umwelt voraus.

Mit der im UVPG (und für die Bauleitplanung im BauGB) verankerten **Strategischen Umweltprüfung** (SUP) liegt außerdem ein systematisches Prüfungsverfahren, mit dem die Umweltaspekte bei strategischen Planungen und der Entwurf von Programmen untersucht werden können (Planebene), vor. Grundlage bildet die EU-Richtlinie 2001/42/EG. Programme und Pläne sind einer strategischen Umweltprüfung zu unterziehen, wenn sie (ggf. nach einer Vorprüfung) voraussichtlich erhebliche Umweltauswirkungen haben und den Rahmen für die zukünftige Genehmigung von Projekten setzen (STEFAN BALLA 2010). Die SUP soll die Verantwortlichen über die Folgen von Plänen und Programmen informieren. Die Ergebnisse sind in der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen.

Die **Raumordnung** hat die Aufgabe, raumbedeutsame Planungen und Maßnahmen in größeren Gebietseinheiten zu ordnen und untereinander abzustimmen. In den Grundsätzen der Raumordnung wird über das Raumordnungsgesetz (ROG) die räumliche Konzentration der Siedlungstätigkeit auf ein System leistungsfähiger zentraler Orte im Rahmen einer dezentralen Siedlungsstruktur gefordert (§2 Abs. 2 Nr. 2. ROG). Die Bedeutung von zwischengemeindlichen Verbindungen geht auf das System der zentralen Orte zurück. Das ROG benennt als Leitvorstellung die Herstellung von gleichwertigen Lebensverhältnissen in allen Teilräumen.

### 2.6.3 Rahmenbedingungen aus Normen, Richtlinien und Empfehlungen

Zur Berücksichtigung des aktuellen **Standes der Technik** sind insbesondere die Normen des Deutschen Instituts für Normen e.V. (DIN) sowie die technischen Regelwerke für Straßenbau, Straßenverkehrstechnik und Verkehrsplanung der Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) von Bedeutung. Darüber hinaus sind weitere Quellen wie z.B. die Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt) oder der Verband deutscher Verkehrsunternehmen (VDV) relevant.

Eine Entscheidungsfindung in der hier untersuchten Form umfasst einen **breiten Querschnitt des Straßenbaus**. Dementsprechend sind für die Bewertung viele unterschiedliche Regelwerke indirekt oder direkt zu berücksichtigen. Auf besonders relevante Regelwerke wird an den entsprechenden Stellen dieser Arbeit verwiesen. Auf eine detaillierte Auswertung und Ableitung von relevanten Rahmenbedingungen wird an dieser Stelle verzichtet.

Die **Zulässigkeit und Vorteilhaftigkeit von Maßnahmen wird bei der Dringlichkeitsbewertung vorausgesetzt**. Daher wird auf eine umfassende Darstellung der vielen Regelwerke, die insbesondere für die Realisierung und Ausführung einer spezifischen Maßnahme relevant sind, in dieser Arbeit verzichtet. Dies betrifft insbesondere technische Regelwerke für den Straßenentwurf, den Betrieb und das Infrastrukturmanagement.<sup>19</sup>

<sup>19</sup> Beispiele für Regelwerke sind: Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen (RASt 06) (FGSV 2007B), Richtlinien für die Anlage von Landstraßen (RAL 12) (FGSV 2012E), Hinweise zum Radverkehr außerhalb städtischer Gebiete (H-Ras 02) (FGSV 2002A), Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen (RSTO 01) (FGSV 2012F). Anwendbare Bauverfahren sind für

Zur Berücksichtigung der methodischen Anforderungen an Dringlichkeitsbewertungen von Straßenbaumaßnahmen sind verschiedene Regelwerke relevant. Der **Leitfaden für die Verkehrsplanung** (FGSV 2001A) zeigt zur Lösung der vielfältigen, komplexen Aufgaben der Verkehrsplanung das Instrumentarium an Arbeitsabläufen, Methoden und Modellen auf. In den **Hinweisen zur Anwendung von Qualitätsmanagement in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen** (FGSV 2007A) werden Methoden, Verfahrensansätze und Vorgehensweisen des Qualitätsmanagements dargestellt. Die Hinweise konkretisieren den Leitfaden für Verkehrsplanungen in Bezug auf Instrumente zur Vermeidung und Behebung typischer Probleme und Mängel in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen. Die **Hinweise zum rechtlichen Rahmen der Verkehrsplanung** (FGSV 2011A) behandeln die für die Planung relevanten Rechtsvorschriften. Die **Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung** (FGSV 2010) zeigen Wege auf, wie notwendige Abwägungsprozesse in der Verkehrsplanung methodisch einwandfrei gestaltet werden können. Die **Hinweise zu regionalen Siedlungs- und Verkehrskonzepten** (FGSV 2006) befassen sich mit der regionalen Entwicklung von Siedlung und Verkehr. Dabei wird auch auf die unterschiedlichen Interessen der Akteure im Zusammenspiel zwischen Politik, Wirtschaft und Planung eingegangen.

Für die Entscheidungsfindung ist eine bedarfsgerechte, wirtschaftliche und umweltschonende Weiterentwicklung des Verkehrssystems anzustreben. Bei der (vergleichenden) Bewertung dieser Aspekte sind die folgenden Regelwerke von besonderer Relevanz.

Mit der funktionalen Gliederung des Straßennetzes befassen sich die **Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN)** (FGSV 2008A). Die RIN leiten die funktionale Gliederung der Verkehrsnetze aus der zentralörtlichen Gliederung ab und sind auf diese Weise eng mit dem System der zentralen Orte verzahnt. Die RIN behandeln neben dem Kfz-Verkehr den öffentlichen Personenverkehr, den Rad- und den Fußgängerverkehr.

Die **Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis** (FGSV 2011B) befassen sich mit der Umsetzung der EG-Luftqualitätsrichtlinie 2008/50/EG und der Richtlinie 2002/49/EG über die Bewertung und Bekämpfung von Umgebungslärm (EG-Umwgebungslärmrichtlinie). Sie stellen den Rahmen für die Bewertung von umweltrelevanten Wirkungen dar.

Die zur Bewertung der Güte des Verkehrsablaufs anzusetzenden Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs werden im **Handbuch zur Bemessung von Straßenverkehrsanlagen (HBS)** (FGSV 2009) definiert.

Die **Richtlinie für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra 01)** (FGSV 2001c) regelt die Systematik der Straßenerhaltung für das Außerortsnetz. Die **Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Straßen (E EMI)** (FGSV 2012B) stellen die Übertragung eines zum Außerortsnetz analogen Systems auf den innerörtlichen Bereich dar. Diese beiden Regelwerke geben grundsätzliche Hinweise zu Struktur, Inhalten und den Datenvoraussetzungen der einzelnen Elemente eines Straßenerhaltungssystems, welche bei der hier behandelten Entscheidungsfindung im Sinne einer vertikalen Durchgängigkeit der Planung zu berücksichtigen sind.

---

unterschiedliche Anlagenteile und Ziele in mehreren technischen Regelwerken enthalten. Für Maßnahmen an Verkehrsflächen sind als Beispiel die ZTV BEA-StB 09/13 (FGSV 2014), ZTV BEB-StB 02 (FGSV 2002b) und RStO 01 (FGSV 2012f) zu nennen.

### 2.6.4 Verkehrspolitische Rahmenbedingungen

Neben den gesetzlichen Vorgaben werden von den zuständigen Verwaltungsträgern politisch motivierte Vorgaben mit Bezug auf die Verkehrsplanung gesetzt. Hieraus können Auswirkungen auf die Bewertung der Dringlichkeit von geplanten Straßenbaumaßnahmen resultieren.

Diese Vorgaben sind in gesetzlich verankerten Plänen der Raumordnung und des Umweltschutzes festgelegt. Zu nennen sind insbesondere die **Regional- und Raumordnungspläne, Flächennutzungspläne, Luftreinhaltepläne und Lärminderungspläne** (vgl. FGSV 2011A). Diese Vorgaben sind fachlich in den Planungsprozess von Straßenbaumaßnahmen einzubeziehen.

Die Länder füllen das Rahmengesetz der ROG durch Aufstellung von Raumordnungsplänen aus. Instrument der Raumordnung sind z.B. **Landesentwicklungspläne** und **regionale Entwicklungspläne**.

Im (**regionalen**) **Flächennutzungsplan** können die Flächen für den überörtlichen Verkehr und für die örtlichen Hauptverkehrszüge festgelegt werden. Dies betrifft auch die Ausweisung von wichtigen Radrouten und Radverkehrsnetzen.

Für die **Lärminderungsplanung** stehen im Wesentlichen zwei Instrumente zur Verfügung:

- die **Lärmkartierung** zur Ermittlung der Belastung
- die **Lärmaktionsplanung** zur Regelung von Lärmproblemen und Lärmauswirkungen.

Die Lärmbelastung wird grafisch in Form strategischer Lärmkarten dargestellt. Aufbauend auf der Lärmkartierung erfolgt die Lärmaktionsplanung. Die Aufgabe der Lärmaktionsplanung ist die Bewertung der Lärmsituation und die Formulierung von Maßnahmen, Konzepten und Strategien, um Lärmbelastungen entgegenzuwirken.

Der **Luftreinhalteplan** legt Grenzwerte für eine Reihe von Luftschadstoffen fest. Die Umsetzung in deutsches Recht erfolgte im Bundes-Immissionsschutzgesetz und in der 39. Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (Verordnung über Luftqualitätsstandards und Emissionshöchstmengen – 39. BImSchV). Mit der Veröffentlichung des Luftreinhalteplans nach Abschluss der Öffentlichkeitsbeteiligung wird der Maßnahmenplan für alle Institutionen, die Verantwortung in den verschiedenen Maßnahmenbereichen haben, verbindlich. (vgl. HMUELV 2011)

Neben diesen Plänen mit unmittelbarer Außenwirkung können für die Entscheidungsfindung weitere **strategische Planungen** zu beachten sein.

Die Aufgabenträger des ÖPNV formulieren ihre gestalterischen Vorgaben im **Nahverkehrsplan (NVP)**. Der Nahverkehrsplan wird in der Regel alle 5 Jahre fortgeschrieben und hat einen Planungshorizont von 5 bis 15 Jahren.

In Verkehrsplänen unterschiedlicher Ausprägung wird der Rahmen für die verkehrliche Entwicklung einer Planungsebene definiert. In der Regel werden dabei auch konkrete verkehrliche Vorhaben und Projekte festgelegt. Der geläufigste Plan ist der **Kommunale Verkehrsentwicklungsplan (VEP)**. Weitere Bezeichnungen für solche strategisch ausgelegten Pläne sind z.B. **Verkehrsplan, Verkehrsprogramm** oder **Bedarfsplan**. Konkretisierungen sind in sektoralen **Verkehrskonzepten** wie Radverkehrs- oder Parkraumkonzepten möglich. Die Aufstellung von dieser Art von strategischen Plänen ist eine freiwillige Aufgabe. Eine Verbindlichkeit für enthaltene Projektplanungen kann auch nur als Selbstverpflichtung des Planungsträgers hergestellt werden (vgl. FGSV 2011A). Die Aufnahme einer Maßnahme in einen solchen Plan kann allerdings als Voraussetzung für die Förderfähigkeit einer Maßnahme durch einen Fördergeber verlangt werden.

Neben diesen verkehrlich fokussierten Planungen können weitere politisch begründete Rahmenbedingungen aufgrund ihrer Wechselwirkungen mit dem Verkehrssystem relevant sein. Als Beispiele seien hier die Verbesserung des städtebaulichen Erscheinungsbilds oder die Wahrung von wirtschaftlichen Interessen genannt.

### 2.6.5 Informatorische Rahmenbedingungen

Das Wirkungsspektrum von Straßenbaumaßnahmen ist vielfältig, entsprechend viele unterschiedliche **Informationen** sind für eine sachgerechte Entscheidungsfindung relevant. Für die Entscheidungsfindung werden die folgenden Informationsarten unterschieden:

Ein wesentlicher Aspekt bezüglich der informatorischen Rahmenbedingungen ist die **Güte der verwendeten Informationen**. Bei Bewertungsverfahren werden aber oft eine Reihe von nicht direkt messbaren Informationen wie Prognosen zur Einwohner- und Verkehrsbelastungsentwicklung, Schätzungen zu den Baukosten oder unscharfe Wirkungsbeschreibungen zu berücksichtigen sein. Dies führt dazu, dass die Wirkungen von Maßnahmen nicht vollständig und mit vollkommener Sicherheit ermittelt und bewertet werden können.

Genaue Kenntnisse über die **Sicherheit bzw. Unsicherheit von Informationen** werden in der Praxis jedoch nur selten vorliegen. Ex-Post-Analysen von Straßenbauprojekten stehen zwar inzwischen stärker im Fokus, sind aber (noch) nicht etabliert. Verschiedene Studien belegen aber, dass Unsicherheiten eine entscheidende Bedeutung für die Entscheidungsfindung haben können.

Bereits bei den **Informationen, die zur Entwicklung von Straßenbaumaßnahmen** führen, sind z. T. **erhebliche Unsicherheiten** vorhanden. Im Bereich der Erfassung und Bewertung des Straßenzustands liegt z. B. eine der wesentlichen Ursachen für Unsicherheit in der nicht wahrnehmbaren Heterogenität der Bausubstanz. Abschnitte, die auf der Grundlage von erfassten Zustandsmerkmalen identisch bewertet werden, können sich in Zukunft sehr unterschiedlich verhalten (KUHN 2010). Ein weiteres Beispiel ist die Erfassung von Verkehrsbelastungen. Diese weisen nicht nur Konstanten oder periodisch wiederkehrende Konstanten auf, sodass eine Verkehrserhebung immer in einem gewissen Umfang eine Momentaufnahme darstellt.

Unsicherheit von Informationen über die geplanten Maßnahmen sind insbesondere aus Untersuchungen zur **Entwicklung von Maßnahmenkosten** bekannt. (FLYVBJERG ET AL. 2003) hat verschiedene Verkehrsinfrastrukturprojekte ex post hinsichtlich der Maßnahmenkosten untersucht. Die tatsächlichen Kosten lagen überwiegend deutlich über den im Rahmen der Entscheidungsfindung berücksichtigten erwarteten Kosten. Bei nur rd. der Hälfte der betrachteten Straßenbauprojekten lagen die tatsächlichen Maßnahmenkosten zwischen -20% und +20% der vorab prognostizierten Kosten. Rund 30% der Projekte hatten um 20% bis 40% und rund 10% sogar um 40% bis 60% höhere Kosten als vorab angenommen.

Auch bei der Ermittlung von Maßnahmenwirkungen treten Unsicherheiten auf. (FLYVBJERG ET AL. 2005) hat die erwarteten **Auswirkungen von Straßenbauprojekten** auf das Verkehrsaufkommen untersucht und festgestellt, dass die Wirkungen tendenziell weniger stark ausgeprägt als erwartet sind. Im Durchschnitt betrug die Abweichung knapp -10%. Nur rund die Hälfte der untersuchten Projekte wies eine Abweichung zwischen erwarteten und tatsächlichen Wirkungen von weniger als 20% auf. (MEUNIER 2010) hat die Güte von verschiedenen Indikatoren, die häufig für die Bewertung von Maßnahmenwirkungen herangezogen werden, betrachtet. Demnach liegen z.B. die Zeiterparnisse für einzelne Verkehrsteilnehmer bei Straßenbauprojekten mehr oder weniger im Bereich der Erwartungen, durch ungenaue Prognosen der Verkehrsentwicklung wird die Gesamtbewertung aber negativ beeinträchtigt. In Bezug auf die Verkehrssicherheit sind die positiven Effekte nahezu

zweimal so hoch wie erwartet. Dies ist im Wesentlichen darauf zurückzuführen, dass die Verkehrssicherheit allgemein im Laufe der Zeit zugenommen hat. Die Bedeutung der Straßenbauprojekte für die Verkehrssicherheit war geringer als angenommen.

Eine wichtige Ursache für Unsicherheiten, die insbesondere bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung von Bedeutung sein kann, ist der **Planungsstand** der betrachteten Maßnahmen. (BRANNOLTE 1998) greift diesen Aspekt in Zusammenhang mit der Bundesverkehrswegeplanung auf. Demnach bringen die Planungszyklen der Bundesverkehrswegeplanung unvermeidlich das Problem mit sich, alle zur Überprüfung angemeldeten Projekte auf ihre Bauwürdigkeit und Dringlichkeit zu überprüfen. Die angemeldeten Maßnahmen können prinzipiell sehr unterschiedliche "Reifegrade" haben. Mit zunehmender Konkretisierung eines Projektes steigen erfahrungsgemäß die geschätzten Kosten. Dies führt dazu, dass Projekte in einer frühen Planungsphase bei gleichbleibendem Projektnutzen tendenziell ein günstigeres Nutzen-Kosten-Verhältnis als fortgeschrittene Projekte haben. (MEUNIER 2010) weist in diesem Zusammenhang auf mögliche Korrelationen zwischen Planungsdauer und Kostenzunahmen hin. Auch (LEHEIS 2010) sieht bei einer großen Zeitspanne zwischen Planungsanfang und Realisierungszeitpunkt das Risiko der Entstehung von erheblichen Abweichungen zwischen den Rahmenbedingungen der Planung und den Rahmenbedingungen, wenn das Projekt realisiert wird.

Bei der Verwendung von Informationen aus existierenden Quellen sind die **technischen Anforderungen** insbesondere an Datenschnittstellen zu berücksichtigen. Eine möglichst reibungslose Datenübernahme durch eine frühzeitige Einbeziehung der vorliegenden Datenformate und Systemanforderungen kann den Bearbeitungsaufwand bei der Durchführung der Bewertung erheblich reduzieren.

Durch die mittlerweile weit fortgeschrittene **Normung der Datenerfassung** werden Datengrundlagen in der Regel nach einheitlichen Regeln erfasst und aufbereitet. Im Bereich der Straßendatenbanken existieren bereits seit geraumer Zeit verschiedene Standards wie die Anweisung Straßeninformationsdatenbank des BMVBW (ASB), der Objektkatalog für das Straßen- und Verkehrswesen (OKSTRA), das Bundesinformationssystem Straße (BISStra), sowie Standards der Georeferenzierung wie das Geographic Data Files Format (GDF) oder das Amtliche Topographisch-Kartographische Informationssystem (ATKIS) (vgl. BOLTZE ET AL. 2005, FGSV 2003c).

### 2.6.6 Organisatorische Rahmenbedingungen

Entscheidungsfindungsverfahren müssen zur Organisationsstruktur des Entscheidungsträgers kompatibel sein. Da es sich bei der hier behandelten Fragestellung um eine freiwillige Aufgabe handelt, sind keine verbindlichen Strukturen vorgegeben. Aus den vorliegenden Praxisbeispielen für diese Verfahren und den gesetzlich geregelten Zuständigkeiten lassen sich aber einige Aussagen grundsätzlicher Art ableiten.

Die Verantwortung für die Erstellung und die Durchführung des Entscheidungsverfahrens liegt bei der **zuständigen Fachstelle der Verwaltung**. Sie wird diese Aufgaben insbesondere aufgrund der vielfältigen Wirkungspotenziale von Maßnahmen aber nicht immer im Alleingang adäquat bewältigen können. Eine feste und für jeden Fall geeignete Organisationsstruktur für diese Aufgabe lässt sich aus der Literatur nicht ableiten. Verschiedene Fachdienststellen sind in der Regel zu beteiligen, ggf. unter Hinzunahme von weiteren verwaltungsinternen und externen Fachleuten.

Das Ergebnis einer Dringlichkeitsbewertung dient als Grundlage für die Entscheidungsfindung der hierzu **legitimierten politischen Gremien**. Je nach Verbindlichkeitsgrad der Ergebnisse erfordert

dies eine mehr oder weniger stark formalisierte Einbindung der politischen Ebene, bevor der Bewertungsvorgang formal abgeschlossen werden kann.

Die organisatorischen Rahmenbedingungen werden nicht zuletzt durch die **Organisationsstruktur der zuständigen Verwaltung** bestimmt. Bei Verwaltungen, die Träger der Baulast für eine umfangreiche Straßeninfrastruktur sind, werden in der Regel die Zuständigkeiten für einzelne Anlagenteile der Straßen auf mehrere Stellen verteilt sein. Ferner ist auch die Zuständigkeitsverteilung auf mehrere räumliche Teileinheiten gängig. Dies bedeutet in der Regel, dass spezialisiertes Fachwissen und detaillierte maßnahmenbezogene Informationen über mehrere Fachstellen verteilt vorliegen. Dahingegen ist bei nachgeordneten Verwaltungen mit relativ geringem Umfang an Straßeninfrastruktur in Baulast die Zuständigkeit in der Regel auf eine oder nur wenige Stellen konzentriert. Geringere Zeitbudgets für spezifische Aufgaben können sich aber negativ auf das Niveau des Fachwissens und die Qualität der maßnahmenbezogenen Informationen auswirken.

Eine formalisierte **Beteiligung von Trägern öffentlicher Belange** findet bei den vorliegenden Beispielen für eine Dringlichkeitsbewertung nicht statt. Eine frühzeitige Beteiligung kann zur Verbesserung der entscheidungsrelevanten Informationslage beitragen sowie die Akzeptanz der Ergebnisse verbessern und damit die Umsetzungswahrscheinlichkeit von ausgewählten Maßnahmen vergrößern.

Bei der Durchführung eines Entscheidungsverfahrens mit mehreren direkt Beteiligten sind die unterschiedlichen **Belange der Akteure** zu berücksichtigen. Bei der Meldung von Maßnahmen und Informationen über Maßnahmen ist sicherzustellen, dass die hieraus abgeleiteten Ergebnisse objektiv und belastbar sind.

Die Berücksichtigung von **Planungsvorhaben durch Dritte** kann für eine sachgerechte Entscheidungsfindung erforderlich sein. Als Beispiel können Eingriffe der Ver- und Entsorger in den Straßenraum zu einer bevorzugten Behandlung von Straßenbaumaßnahmen im Verlauf der betroffenen Abschnitte führen (GROßMANN ET AL. 2008). Die Berücksichtigung von Planungsvorhaben von Dritten erfordert entsprechende Organisationsstrukturen.

### 2.6.7 Finanzielle Rahmenbedingungen

Für Ausbau und Erneuerung von wichtigen Straßen oder Streckenabschnitten sind Zuschüsse nach dem Entflechtungsgesetz und Zuschüsse nach Finanzausgleichsgesetzen der Länder möglich. Ab 2014 ist die verkehrliche Zweckbindung für Mittel, die die Länder nach dem Entflechtungsgesetz als Ersatz für **wegfallende GVFG-Beträge** erhalten, weggefallen. Die Mittel sind von den Ländern aber weiterhin zweckgebunden für investive Vorhaben (nicht beschränkt auf die Verkehrsinfrastruktur) einzusetzen. Im Jahr 2020 sollen die Bundesmittel für die Finanzierung der Verkehrsinfrastruktur der Gemeinden komplett wegfallen.

Auf allen Ebenen der Baulasträgerschaft zeigt sich, dass zum einen der erforderliche Investitionsbedarf bei bestehenden Anlagen einen erheblichen Anteil am Gesamtinvestitionsbedarf für die Straßeninfrastruktur hat und zum anderen dieser **Investitionsbedarf in den letzten Jahren nicht ausreichend befriedigt werden konnte**.

Am Beispiel der Situation auf kommunaler Ebene werden die finanziellen Rahmenbedingungen im Folgenden aufgezeigt. In einer Untersuchung des Deutschen Instituts für Urbanistik (Difu) aus dem Jahr 2008 wird der **Investitionsbedarf der Kommunen** von 2006 bis 2020 für die gesamte kommunale Infrastruktur ermittelt (REIDENBACH ET AL. 2008). Der Investitionsbedarf für die kommunale Infrastruktur beträgt für den Zeitraum von 2006 bis 2020 insgesamt rd. 704 Mrd. €,



von denen allein 162 Mrd. € auf die Straßeninfrastruktur entfallen. Im Vergleich der einzelnen untersuchten Infrastrukturbereiche besteht damit auch im Straßenbau der größte Investitionsbedarf bis 2020, gefolgt von Investitionen für Schulen (73 Mrd. €) und den kommunalen Abwasseranlagen (58 Mrd. €) (vgl. **Abbildung 8**).

Der jährliche Finanzbedarf (inkl. Investitionen zur Auflösung des Investitionsstaus) für kommunale Straßen wird auf ca. 8 Mrd. EUR geschätzt. Tatsächlich wurden aber in den vergangenen Jahren weniger als 5 Mrd. EUR investiert. Neben dem unmittelbaren Bau von Straßen werden für Einrichtungen, die dem Geh- und Fahrradverkehr dienen, für Verkehrsinformations- und Steuerungssysteme, Lärmschutzeinrichtungen und Parkieranlagen zusammen 36 Mrd. Euro veranschlagt (REIDENBACH ET AL. 2008).

Ähnliches gilt für das Straßennetz in Baulast des Bundes. Der Bundesverkehrswegeplan 2003 gibt den jährlichen Finanzbedarf für die Erhaltung des Bundesstraßennetzes ab 2005 mit rd. 2,6 Mrd. € (mit einer Konsolidierung auf 2,3 Mrd. € ab dem Jahr 2012) an (BMVBW 2003). In den Jahren 2007 und 2008 wurden aber nur rd. 1,6 Mrd. Euro investiert, also rd. eine Milliarde Euro im Jahr weniger als der Bedarfsplan verlangt (BMVBS 2009, BMVBS 2010A). Im Jahr 2009 wurde das notwendige jährliche Investitionsvolumen mit Ausgaben in Höhe von rd. 2,6 Mrd. € für Erhaltungsmaßnahmen in Baulast des Bundes erstmals eingehalten, u.a. aufgrund der zusätzlichen Investitionsmittel aus den Konjunkturpaketen I und II (BMVBS 2010B).



Abbildung 8: Investitionsbedarf für kommunale Straßen in Deutschland im Kontext des gesamten Investitionsbedarfs in Mrd. € (Quelle: (DIU 2008))

Die fehlenden finanziellen Mittel ergeben nach (AHRENS ET AL. 2011) bereits 49 Mrd. Euro Investitionsrückstand nur für Bundesfernstraßen. Der **Wertverlust von Straßen** und damit der

Verlust öffentlicher Gelder durch unzureichende Investitionen ist sowohl bei Kommunal- als auch bei Landesstraßen dramatisch (RÖHRIG 2012).

Für die künftig benötigten Finanzmittel für die Erhaltung im Bereich der Bundesfernstraßen liegt eine Erhaltungsbedarfsprognose für den Zeitraum 2010 bis 2025 vor. Demnach steigt der Erhaltungsbedarf bis zum Jahr 2019 stark an, um sich danach auf hohem Niveau (3,7 Mrd. Euro pro Jahr) zu konsolidieren. Somit müssen zumindest auf Bundesebene künftig die Erhaltungsinvestitionen deutlich erhöht werden. (BMVBS 2013A).

**Für die Zukunft wird der Investitionsbedarf für Straßenerhaltung demnach zunehmen.** Große Teile der Infrastruktur stammen aus den 60er und 70er Jahren und stehen turnusgemäß zur Erneuerung an. Außerdem führt der zunehmende Straßengüterverkehr zu höheren Beanspruchungen und entsprechend zunehmendem Instandsetzungsbedarf.

Auch die **unzureichenden Finanzierungsmittel der letzten Jahre führen zu weiterem Mehraufwand.** Wenn nicht genügend Geld zur rechtzeitigen Unterhaltung und Erneuerung der Straßen zur Verfügung steht, dann muss später – unter der Prämisse, dass eine gleichbleibende Straßenqualität angestrebt wird – erheblich mehr an Geld aufgewendet werden (REIDENBACH ET AL. 2008). Je länger die anstehenden Arbeiten aufgeschoben werden, desto aufwendiger sind die erforderlichen Reparaturen, bis hin zur vollständigen Erneuerung. Der Mehraufwand an baulicher Unterhaltung ist auf Straßen mit schlechtem Zustand signifikant größer als bei Straßenverkehrsanlagen mit gutem Zustand (BARGSTÄDT ET AL. 2010; SCHACH ET AL. 2006).

Gleichzeitig muss **in Zukunft mit einem weiteren Rückgang der verfügbaren finanziellen Mittel** der Kommunen für den Sektor Verkehr gerechnet werden (AHRENS ET AL. 2011). Auch auf Landesebene sind die prognostizierten Ausgaben für Landesstraßen rückläufig. Der Finanzplan 2012-2016 für das Land Hessen sieht z.B. einen Rückgang der Ausgaben für Landesstraßen von 225,6 Mio. Euro im Jahr 2012 auf 176 Mio. Euro im Jahr 2016 vor (HMF 2012 ).

**Die angespannte Haushaltslage wird Auswirkungen auf die Art der künftig geplanten Maßnahmen haben.** Der Aus- und Neubau von Hauptverkehrsstraßen mit dem Ziel der Netzergänzung und Kapazitätserweiterung spielt auf kommunaler Ebene bereits heute und auch in den kommenden Jahren eine vergleichsweise geringe Rolle. Der Grund dafür liegt u.a. in den sehr hohen Aufwendungen, die für die Erhaltung des heute bereits bestehenden Straßennetzes erforderlich sind, und der angespannten Haushaltssituation in den Kommunen. Auch die infolge der demografischen Entwicklung erwartete Stagnation der Verkehrsleistung spricht eher für den schwerpunktmäßigen Erhalt der bestehenden Infrastrukturen als für Neubau. Sofern an Hauptverkehrsstraßen in den kommenden Jahren – insbesondere bezüglich der Aspekte Erhöhung der Verkehrssicherheit und Aufenthaltsqualität – noch Umbau- und Umgestaltungsbedarf besteht, ist davon auszugehen, dass auch hier die Tendenz weiter in Richtung einfacher, kostengünstiger Lösungen gehen wird (REIDENBACH ET AL. 2008). Auf Bundesebene erfolgt die Aufteilung der Finanzmittel zwischen Erhaltungsmaßnahmen auf der einen und Aus- und Neubaumaßnahmen auf der anderen Seite mittlerweile ausschließlich auf Grundlage der Erfordernisse der Bestandserhaltung des Netzes. Im BVWP 2003 wurden bereits 56 % der Mittel für die Erhaltung vorgesehen. Im aktuellen Investitionsrahmenplan ist dieser Anteil noch weiter erhöht worden und liegt nun bei 65 % (BMVBS 2013A).

**Kommunen im ländlichen Raum sind besonders vom steigenden Investitionsbedarf für die Straßeninfrastruktur betroffen.** Starke Überalterung und Einwohnerrückgänge kombiniert mit weiten Wegen verursachen hohe Kosten für Kommunen bei überdurchschnittlichen Finanzrestriktionen (VALLÉE 2010).

Hohe Investitionsbedarfe, die über Verschuldung finanziert werden, **führen zu abnehmender politischer Handlungsfähigkeit**. Es stellt sich die Frage, ob die Erhaltung einer leistungsfähigen Straßeninfrastruktur sowie ihr Bedarfs- und umweltgerechter Ausbau unter dem bestehenden System der Haushaltsfinanzierung gewährleistet werden kann (vgl. z.B. KOSSAK 2010).

Mögliche **Lösungsansätze** werden in der

- verstärkten strategischen Ausrichtung des Investitionsmanagements unter Anwendung des Lebenszyklusansatzes und
- im Einsatz kostenminimierender Unterhaltungsstrategien

gesehen (REIDENBACH ET AL. 2008).

Die Umstellung der Buchhaltung der öffentlichen Hand von der kameralistischen auf die doppelte Buchführung (**Doppik**) wird wahrscheinlich Auswirkungen auf den Umgang mit bestehenden Infrastrukturanlagen haben. Die Doppik zeigt durch die Ausweisung von Ausschreibungssätzen den erforderlichen Finanzbedarf für zumindest den Werterhalt der Straßeninfrastruktur auf. Durch die erforderliche Bestandsaufnahme zur Erstellung der Eröffnungsbilanz für die Doppik werden Menge und Qualität des Infrastrukturvermögens besser ins Bewusstsein gebracht als zuzeiten der Kameralistik. Auch die Ausweisung der Abschreibungen bzw. von Rückstellungen für unterlassene Instandhaltung dürfte dazu beitragen (REIDENBACH ET AL. 2008).

### 2.6.8 Zeitliche Rahmenbedingungen

Die Allokation von Finanzmitteln für Straßenbaumaßnahmen steht in Zusammenhang mit der **Aufstellung von Haushaltsplänen** und von mehrjährigen, regelmäßig fortgeschriebenen Finanzplänen. Diese haushaltstechnischen Pläne werden im jährlichen oder zweijährlichen Turnus aufgestellt. Sie sichern die Finanzierung von Maßnahmen abschließend ab. Es ist allerdings nicht üblich, dass in diesem Rahmen eine grundlegend neue Entscheidungsfindung bezüglich der aufzunehmenden Maßnahmen stattfindet. In der Regel werden die Maßnahmen aus mittel- bis langfristigen Bedarfsplänen übernommen. Der Turnus für die Neuaufstellung von solchen Bedarfsplänen ist nicht festgelegt, beträgt in der Regel aber zwischen drei und zehn Jahren.

Im Sinne eine Minimierung des mit der Entscheidungsfindung verbundenen Aufwands sind einerseits größere **Entscheidungsintervalle** anzustreben. Andererseits werden die Möglichkeiten, auf aktuelle, unerwartete Entwicklungen zu reagieren, bei größeren Intervallen beeinträchtigt. Größere Intervalle stellen daher höhere Anforderungen an die Informationslage und sind in der Folge ggf. mit höherem Aufwand für die Informationsbeschaffung verbunden.

In der Praxis werden unerwartete Entwicklungen nie völlig auszuschließen sein. Sogenannte Sofortmaßnahmen, die im Wesentlichen außerhalb des Entscheidungsfindungsprozesses aufgrund von aktuellen Entwicklungen kurzfristig zur Umsetzung festgelegt werden, sind nie komplett auszuschließen. Diese **Sofortmaßnahmen** beanspruchen im Vorfeld nur begrenzt vorhersehbare Finanzmittel, die dann für andere (ggf. bereits positiv beschiedene) Maßnahmen nicht mehr zur Verfügung stehen. Im Sinne der Gewährleistung eines Mindestmaßes an Planungssicherheit ist daher anzustreben, den (finanziellen) Umfang von Sofortmaßnahmen durch möglichst kurze Entscheidungsintervalle gering zu halten.

Ferner ist für die Festlegung der Intervalle von Bedeutung, ob eine geänderte Entscheidungssituation vorliegt. Wenn die Informationslage und die Rahmenbedingungen nicht wesentlich anders sind, ist eine grundlegend neue Entscheidungsfindung wenig sinnvoll. Im Abschnitt 2.4 wurde bereits dargestellt, dass die **Regelmäßigkeit, mit der Datengrundlagen aktualisiert und Maßnahmen neu entwickelt bzw. aktualisiert werden**, je nach Infrastrukturelement,

Betrachtungsgegenstand und -ebene sehr unterschiedlich ist. Eine einheitliche Fristigkeit lässt sich hieraus nicht ableiten. Eine wesentliche Änderung der Entscheidungssituation kann erst nach mehrjährigen Perioden eintreten.

In der Praxis wird die Bewertung von Maßnahmen in Abhängigkeit von bestimmten **Realisierungszeitpunkten** stehen. Dies ist z.B. der Fall, wenn eine Maßnahme ihre volle Wirkung nur in Kombination mit weiteren Maßnahmen entfalten kann oder durch Synergieeffekte besondere Vorteile auftreten (z.B. Maßnahmen von Versorgungsträgern, die mit einem Eingriff in dem Straßenraum verbunden sind). Das Entscheidungsverfahren ist so zu gestalten, dass diese entsprechend berücksichtigt werden können. Hierfür sind die für die Planung und Realisierung erforderlichen zeitlichen Vorlaufzeiten einzubeziehen.

Der **Zeitaufwand für die Entscheidungsfindung** ist ein wesentlicher Faktor im gesamten Planungsprozess. Neben der erforderlichen Zeit für die Zusammenstellung der zu bewertenden Maßnahmen und der für die Bewertung erforderlichen Informationen wird die eigentliche Bewertung als Grundlage der Entscheidung mit Zeitaufwand verbunden sein. Die Entscheidung selbst erfordert im Allgemeinen die mehr oder weniger formale Einbindung von politischen Gremien und/oder weiteren Beteiligten, die wiederum mit zusätzlichem Zeitaufwand verbunden ist.

Die erforderliche **Zeitdauer für die Planung und Realisierung** von Maßnahmen nach erfolgter Entscheidungsfindung ist bei der Gestaltung eines Entscheidungsverfahrens ebenfalls zu berücksichtigen. Erhaltungsmaßnahmen und teilweise auch Modernisierungsmaßnahmen können im Prinzip kurzfristig nach erfolgter Entscheidungsfindung realisiert werden. Für Neu- und Ausbaumaßnahmen ist nach der Entscheidungsfindung in der Regel noch eine planungsrechtliche Sicherung der Maßnahme erforderlich. Der hierfür erforderliche Zeitaufwand kann mehrere Jahre in Anspruch nehmen. Die erforderliche Zeitdauer für die Realisierung von Maßnahmen kann somit zwischen wenigen Tagen bei Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen und bis zu mehreren Jahren bei Neubaumaßnahmen liegen.

### 2.6.9 Sonstige Rahmenbedingungen

Nachfolgend werden weitere Rahmenbedingungen dargestellt, die für die Entscheidungsfindung zu beachten sind. Dazu wird auf die folgenden Aspekte eingegangen:

- demografischer Wandel,
- Entwicklung des allgemeinen Verkehrsaufkommens,
- Bedeutung der Straße,
- Nachhaltigkeit und
- technische Entwicklung.

Der **demografische Wandel** wird die gesellschaftliche und wirtschaftliche Entwicklung in Deutschland in Zukunft zunehmend beeinflussen. Rückläufige Bevölkerungszahlen und Wanderungsbewegungen zwischen Regionen werden Auswirkungen auf die Bewertung von Straßenbaumaßnahmen haben. Verkehrsinfrastruktur ist durch eine lange Nutzungsdauer gekennzeichnet und zählt damit zu den Bereichen, in denen Veränderungen durch den demografischen Wandel frühzeitig zu berücksichtigen sind, insbesondere da Straßenbaumaßnahmen mit hohen Investitions- und Instandhaltungskosten verbunden sein können. Vor allem für Räume mit rückläufiger Bevölkerungszahl sind Überkapazitäten zu vermeiden. Gleichwohl besteht die Herausforderung darin, auch für diese Räume eine Grundversorgung sicherzustellen (BMVBS 2013A).

Insbesondere für überregional bedeutsame Verkehrsinfrastrukturen ist neben der demografischen Entwicklung die Wirtschaftsentwicklung und speziell die Außenhandelsentwicklung ein entscheidender Parameter für die **Entwicklung der verkehrlichen Belastung** von Straßen. Durch das **zunehmende Verkehrsaufkommen im Güterverkehr** ist mit höheren Belastungen im Schwerverkehr zu rechnen, welche mit den für dieses Verkehrsegment typischen Auswirkungen auf den Zustand von Straßenverkehrsanlagen und dem Umfeld von Straßen verbunden sein werden (BMVBS 2013A).

Für die Bewertung von Straßenbauprojekten kann die **Bedeutung der Straße** für unterschiedliche **direkte oder indirekte verkehrliche Belange**, die sich nicht direkt in der Verkehrsbelastung oder der Klassifizierung niederschlagen, eine Rolle spielen. Als Beispiel seien hier die priorisierte Behandlung von ausgewiesenen Umleitungsstrecken der Bundesautobahnen oder Erschließungsmaßnahmen im Zusammenhang mit Sonderveranstaltungen genannt.

Die Beurteilung der **Nachhaltigkeit** von Bauwerken gewinnt in jüngerer Vergangenheit zunehmend an Bedeutung. Während für den üblichen Hochbau bereits nationale und internationale Beurteilungsverfahren existieren, haben diese sich bisher für Ingenieurbauwerke und verkehrliche Anlagen nicht etabliert. Im Rahmen der Beurteilung der Nachhaltigkeit sollen sämtliche relevanten Aspekte, wie Ökologie, Energieeffizienz, Technik und Strukturverhalten, Energieeffizienz, Technik, Prozesse sowie (kurz-, mittel- und langfristige) direkte und auch indirekte (volkswirtschaftliche) Kosten über die gesamte Nutzungsdauer einer Anlage, also von der Realisierung bis zum Abbruch und Rückbau, ganzheitlich betrachtet und bewertet werden (GRAUBNER ET AL. 2010).

Die allgemeine **technische Entwicklung** kann auf unterschiedliche Weise für die Bewertung von Straßenbaumaßnahmen relevant sein.

Einerseits hat die technische Entwicklung Einfluss auf die Art und Weise, wie Infrastrukturanlagen künftig realisiert werden können. **Kostengünstigere Materialien und Bau- und Erhaltungsweisen** können mittel- bis langfristig die Kostenseite beeinflussen. Veränderte **Materialeigenschaften** wie Flüsterasphalt oder feinstaubabsorbierende Beläge sind in der Lage (bestimmte) negative Wirkungsaspekte der Infrastruktur abzumindern. Sofern die Verwendung von solchen neuartigen, aber meist kostenintensiveren Materialien erwünscht ist, sind diese positiven Eigenschaften bei der Entscheidungsfindung zu honorieren.

Daneben finden technische Entwicklungen statt, die allgemein für die Entscheidungsfindung bedeutend sein könnten. Insbesondere im Bereich der **Fahrzeugtechnik** findet eine ständige Innovation statt. Hervorzuheben ist in diesen Zusammenhang die Verkehrssicherheit, die in der Vergangenheit zu einem wesentlichen Anteil durch fahrzeugtechnische Entwicklungen verbessert werden konnte. In der Vergangenheit lag der Schwerpunkt auf der Minderung der negativen Folgen von Unfällen bzw. der Beherrschung von kritischen Situationen. Durch Weiterentwicklung von automatisierten intelligenten Assistenzsystemen und Informationsaustauschsystemen können kritische Situationen nicht nur besser beherrscht, sondern bereits im Vorfeld erkannt und so vermieden werden. Aspekte der Verkehrssicherheit, die derzeit noch stark von der physischen Infrastruktur bestimmt werden, könnten in Zukunft eine ganz andere Bedeutung bekommen. Die Bewertung von Verkehrssicherheitsaspekten auf lange Sicht kann daher nicht ohne Weiteres am Status Quo orientiert sein.

## Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 2.6: Rahmenbedingungen für die Entwicklung eines Verfahrens zur Dringlichkeitsbewertung

- ⇒ Die Dringlichkeitsbewertung soll zu **wirtschaftlichen Ergebnissen** führen. Bindende Vorschriften zur Methodik bestehen in diesem Zusammenhang aber nicht. Die Dringlichkeitsbewertung hat vor dem Hintergrund eines Finanzierungsplans zu erfolgen. Eine Vollzugsverbindlichkeit kann aus den Ergebnissen nicht abgeleitet werden.
- ⇒ Zielsetzungen von strategischen Rahmenplänen sind bei der Verfahrensentwicklung zu berücksichtigen. Diese Zielsetzungen sind das Ergebnis eines normativen Prozesses. Die Formulierung von allgemein gültigen Zielsetzungen für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung ist daher nicht möglich. Die **Spezifikation der Verfahrensziele** muss im Rahmen der Verfahrensentwicklung gemeinsam mit dem Entscheidungsträger und unter Berücksichtigung des spezifischen Kontexts erfolgen.
- ⇒ Bei der Verfahrensentwicklung sind erhebliche Unsicherheiten in den Datengrundlagen zu berücksichtigen. Die Voraussetzungen für die Verwendung von existierenden Datengrundlagen sind durch die weit fortgeschrittene Normung allerdings günstig. Für die Entscheidungsfindung sind langfristige Entwicklungen zu berücksichtigen. Die diesbezüglichen Prognosen beinhalten aber in der Regel eine signifikante Unsicherheit. Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist der **Umgang mit Unsicherheit** zu regeln.
- ⇒ Verbindliche Organisationsstrukturen oder Beteiligungsverfahren sind bei der Verfahrensentwicklung nicht zu berücksichtigen. Aufgrund der unterschiedlichen Organisationsstrukturen bei den zuständigen Verwaltungen können keine allgemein gültigen Strukturen vorgegeben werden. Bei der Entscheidungsfindung beteiligte Akteure vertreten unterschiedliche Belange, die eine fehlerfreie Entscheidungsfindung behindern können. Das Vorhandensein von **geeigneten Organisationsstrukturen für die Verfahrensentwicklung und die Verfahrensanwendung** ist daher im Rahmen der Verfahrensentwicklung sicherzustellen. Organisationsstrukturen und Zuständigkeiten können sich ändern. Bei der Verfahrensentwicklung ist aufgrund der periodischen Wiederholung der Entscheidungsfindung auf eine Robustheit gegenüber solchen Veränderungen zu achten.
- ⇒ Das Verfahren muss die massiv eingeschränkten Finanzierungsmöglichkeiten berücksichtigen. Insbesondere die **Folgen für die langfristige politische Handlungsfähigkeit sollen bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden können**.
- ⇒ Die Allokation von Finanzmitteln ist ein Vorgang, der periodisch wiederholt werden muss. Eine verbindliche Vorgabe für die Durchführungsintervalle gibt es nicht. Wesentliche Faktoren für die Festlegung von Durchführungsintervallen sind die Intervalle bei der Aufstellung von Haushalts- und Finanzplänen, bei der Fortschreibung von Bedarfsplänen und bei der Fortschreibung und Aktualisierung von Datengrundlagen. Das **geeignete zeitliche Intervall für die periodische Durchführung der Entscheidungsfindung wird von örtlichen Rahmenbedingungen bestimmt** und hat daher im Rahmen der Verfahrensentwicklung zu erfolgen.
- ⇒ Eine regelmäßige **Überprüfung und Fortschreibung** von Datengrundlagen, Bewertungskriterien und Ermittlungsmethoden ist anzustreben

## 2.7 Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Nachfolgend werden die wichtigsten Sachverhalte, die typisch für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung sind und daher bei der Formulierung von Hinweisen besondere Beachtung erfordern, zusammengefasst. Anschließend werden hieraus Grundsätze für die weitere Bearbeitung abgeleitet.

### Ziele einer Dringlichkeitsbewertung

Die Dringlichkeitsbewertung soll zu **wirtschaftlichen Ergebnissen** führen und eine **ausgewogene Erschließungsqualität von Teilräumen** unterstützen. Die Ergebnisse dürfen die **langfristige politische Handlungsfähigkeit** nicht beeinträchtigen.

Weitere Ziele ergeben sich aus verkehrspolitischen Vorgaben, die auch lokale Interessenlagen von Personen und Personengruppen widerspiegeln. Die Formulierung eines allgemein gültigen Zielkatalogs für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung ist daher nicht möglich.

### Unverbindlichkeit der Bewertungsergebnisse

Die Ergebnisse der Dringlichkeitsbewertung im Rahmen einer Programmplanung haben **keine Vollzugsverbindlichkeit**.

Bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung werden Maßnahmen mit unterschiedlichen Planungsreifungsgraden zu berücksichtigen sein. Ferner gelten unterschiedliche Anforderungen an die planerische Sicherung der betrachteten Straßenbaumaßnahmen. Bei Maßnahmen, für die eine planerische Sicherung notwendig ist, kann die abschließende Entscheidung für oder gegen die Maßnahme erst nachträglich (also nach der Entscheidung im Rahmen der Programmplanung) erfolgen. **Nachträgliche maßgebende Planungsänderungen** sind im Verlauf der Planungsvertiefung möglich.

### Verfahrensgestaltung

**Bindende Vorschriften** zur Gestaltung einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung **bestehen nicht**.

Die Allokation von Finanzmitteln ist ein Vorgang, der **periodisch** durchgeführt werden muss. Eine verbindliche Vorgabe für die Durchführungsintervalle gibt es hierbei nicht. Das Durchführungsintervall wird von verschiedenen Prozessen mit unterschiedlichen periodischen Intervallen bei der Aufstellung von Haushalts- und Finanzplänen, bei der Fortschreibung von Bedarfsplänen und bei der Fortschreibung und Aktualisierung von Datengrundlagen bestimmt. In der Regel wird aber von **einem mehrjährigen Intervall** auszugehen sein.

Verbindliche **Organisationsstrukturen oder Beteiligungsverfahren** sind bei der Verfahrensentwicklung nicht zu berücksichtigen. Aufgrund der unterschiedlichen Organisationsstrukturen bei den zuständigen Verwaltungen können keine allgemein gültigen Strukturen vorgegeben werden. Die bei der Entscheidungsfindung beteiligten Akteure vertreten unterschiedliche Belange, die eine fehlerfreie Entscheidungsfindung behindern können.

Aufgrund der unsicheren und veränderlichen Rahmenbedingungen muss eine **Fortschreibung des Verfahrens** möglich sein.

### Hohe Anzahl von Maßnahmen

Insbesondere für die Erhaltung der Straßeninfrastruktur ist in der Regel eine **große Anzahl an Einzelmaßnahmen** zu berücksichtigen. Durch die bereits seit Jahren andauernde Unterfinanzierung und die damit verbundene zeitliche Verschiebung der Realisierung einzelner Maßnahmen erhöht sich die Anzahl zur Auswahl stehender Maßnahmen in Zukunft weiter. Je nach Baulastträger sind daher bei der Auswahl von finanzierbaren Maßnahmen mehrere hunderte oder auch mehrere tausende Maßnahmen einzubeziehen und abzuwägen.

### Heterogenität der bewertungsrelevanten Maßnahmeneigenschaften

Die hier betrachteten Maßnahmenarten werden aus **unterschiedlichem Anlass und mit jeweils abweichender Zielsetzung** entwickelt. Die potenziellen Wirkungen und Wirkungsbeiträge von einzelnen Maßnahmenarten werden aufgrund der spezifischen Eigenschaften jeder Maßnahmenart anders sein. So bewegen sich die **typischen Kosten, Nutzungsdauern** oder die **Auswirkungen für das Umfeld** bei Neubaumaßnahmen in einer anderen Größenordnung als bei Instandsetzungsmaßnahmen. Ferner wird das Wirkungsspektrum von Maßnahmen von **Anzahl und Art der veränderten Anlagenteile** bestimmt. Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen betreffen in der Regel einzelne Anlagenteile (z.B. Instandsetzung Fahrbahnbefestigung, Instandsetzung Brückenbauwerke, Instandsetzung Entwässerungsbauwerke usw.). Bei Neubau- und (in geringerem Umfang) Erweiterungsmaßnahmen sind hingegen in der Regel mehrere Anlagenteile gleichzeitig herzustellen, damit die angestrebte Funktionalität der Maßnahme aktiviert werden kann.

Ein wesentlicher Unterschied zwischen Maßnahmen des Bereichs Erhaltung und Maßnahmen der Bereiche Modernisierung, Neubau und Erweiterung besteht in der unterschiedlichen **zeitlichen Dynamik von Wirkungen**. Unabhängig davon, ob Maßnahmen umgesetzt werden oder nicht, verändert der Zustand sich fortdauernd. Die zeitliche Verschiebung von erforderlichen Erhaltungsmaßnahmen führt außerdem zu einem finanziellen Mehraufwand, der signifikant größer sein kann als bei einer rechtzeitigen Umsetzung von Erhaltungsmaßnahmen. Kennzeichnend für Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen ist ihre Auswirkung auf die Kapazität des Verkehrsnetzes. Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen sind in der Folge mit maßgeblichen **räumlichen Verkehrsverlagerungen** und Veränderungen der Qualität der Verkehrsabwicklung verbunden, die über das engere Umfeld der Maßnahme deutlich hinausgehen können. Diese Effekte treten bei Maßnahmen aus dem Bereich Erhaltung und Modernisierung in der Regel nicht auf. Die Ermittlung und Bewertung von Wirkungen kann in der Regel lokal begrenzt werden.

### Unvollständige Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge

Nicht alle Wirkungszusammenhänge lassen sich mit den verfügbaren Ermittlungsverfahren maßnahmenartübergreifend auf eine einheitliche Weise quantifizieren.

Eine eindeutige **Klassifizierung von Maßnahmenarten** in Klassen mit homogenen bewertungsrelevanten Wirkungen als Grundlage für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung liegt nicht vor. Eine solche Klassifizierung ist unter Berücksichtigung der jeweiligen Zielsetzungen und Wirkungsermittlungsweisen festzulegen.

### Heterogenität von Datengrundlagen und Informationsunsicherheit

Die große Anzahl an Maßnahmen und die Berücksichtigung von maßnahmenartspezifischen Bewertungsgrundlagen führt zu einem **hohen Informationsbedarf**. Der Aufwand für die Beschaffung und Verarbeitung von Informationen ist allerdings zu minimieren, damit ein möglichst



großer Anteil der verfügbaren Ressourcen für die Entscheidungsfindung und Realisierung von Maßnahmen verwendet werden kann.

Dies führt in besonderem Maße dazu, dass möglichst auf bereits **vorliegende Informationsquellen** zurückgegriffen werden sollte. Diese Informationen werden oft über mehrere Quellen verteilt vorhanden sein. Die Voraussetzungen für die Verwendung von existierenden Datengrundlagen sind aufgrund der weit fortgeschrittenen Normung der Erfassung und Aufbereitung von Datengrundlagen günstig, allerdings werden die Daten nicht immer, in Übereinstimmung mit den spezifischen Anforderungen einer maßnahmenartübergreifenden Entscheidungsfindung erfasst und aufbereitet, vorliegen. Hinzu kommt, dass Maßnahmen von unterschiedlichen Planungsreifungsgraden zu vergleichen sein werden. Bei der Verfahrensentwicklung sind ferner **Unsicherheiten in den Datengrundlagen** zu berücksichtigen.

Aus diesem Kontext einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung werden die nachfolgenden **Grundsätze** für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung abgeleitet.

## **Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung**

folgend aus dem Kontext einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung

### **Die Hinweise zur Verfahrensentwicklung sollen:**

- ➔ bei unterschiedlichen Organisationsstrukturen anwendbar sein,
- ➔ die Festlegung von eigenen Zielen durch den Entscheidungsträger erlauben,
- ➔ die Festlegung der zu berücksichtigenden Maßnahmenarten durch den Entscheidungsträger erlauben,
- ➔ flexibel in Hinblick auf die zu verwendenden Datengrundlagen sein,
- ➔ flexibel in Hinblick auf die zu verwendenden Wirkungsermittlungsmethoden sein,
- ➔ die zeitlich vorgelagerten maßnahmenartspezifischen Bedarfsermittlungen und die Variantenauswahl berücksichtigen,
- ➔ eine effiziente Entwicklung und Implementierung des Verfahrens unterstützen und
- ➔ die Verfahrensziele und -anforderungen berücksichtigen.

### **Die Hinweise sollen die Entwicklung eines Verfahrens ermöglichen, dessen Bewertungsergebnis:**

- ➔ Budgetgrenzen einhält,
- ➔ wirtschaftlich ist,
- ➔ die langfristige politische Handlungsfähigkeit nicht beeinträchtigt,
- ➔ zu einer ausgewogenen Erschließung von Teilräumen beiträgt und
- ➔ keine Vollzugsverbindlichkeit hat.

### **Die Hinweise sollen zu Verfahren führen, die:**

- ➔ die Bewertung von einer hohen Anzahl an Maßnahmen ermöglichen,
- ➔ Maßnahmen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer und unterschiedlichen Kosten vergleichen können,
- ➔ vielfältige Wirkungsarten und breite Wirkungsspektren,
- ➔ statische und dynamische Wirkungsverläufe und
- ➔ klein- und großräumige Wirkungsausdehnungen bewältigen können,
- ➔ Interdependenzen berücksichtigen,
- ➔ periodisch wiederholbar sind,
- ➔ der Möglichkeit von nachträglichen Veränderungen an den bewerteten Maßnahmen Rechnung tragen,
- ➔ aktualisierbar sind und
- ➔ Unsicherheiten bei den Datengrundlagen und unvollständige Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge bewältigen können.

### 3 Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Bewertungsverfahren

#### 3.1 Vorbemerkungen

Eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung dient als Unterstützung bei der Entscheidungsfindung im Rahmen der Programmplanung. In **Kapitel 2** wurde der Kontext, in dem die Entscheidungsfindung stattfindet, dargestellt. Für die Entscheidungsfindung sind die hieraus abgeleiteten Grundsätze in ein Verfahren zu integrieren, welches dem Entscheidungsträger eine rationale Entscheidung ermöglicht. Hierzu kann auf verschiedene Methoden zurückgegriffen werden, die eine rationale Bewertung und Auswahl von Handlungsalternativen auf Grundlage eines vereinfachten Abbilds des realen Entscheidungsproblems unterstützen. Die Grundlagen hierfür liefert die **Entscheidungstheorie**.

In **Abschnitt 3.2** wird auf **theoretische Grundlagen der Entscheidungsfindung** im Kontext der Verkehrsplanung eingegangen. Neben einer Darstellung von Grundbegriffen werden allgemein gültige und spezifische verkehrsplanerische Anforderungen an Entscheidungsprozesse dargestellt. Hierauf aufbauend werden **Ziel- und Wirkungssysteme** für die Bewertung von Straßenbaumaßnahmen behandelt (**Abschnitt 3.3**). Anschließend werden **Verfahren** aufgezeigt, die eine vergleichende Bewertung und Auswahl von Handlungsalternativen **im vorliegenden Kontext einer Dringlichkeitsbewertung** unterstützen (**Abschnitt 3.4**). Darauf folgt eine Darstellung der Möglichkeiten zur Bestimmung und Sicherstellung einer ausreichenden Güte der Entscheidungsfindung (**Abschnitt 3.5**). Das Kapitel wird mit einer Zusammenfassung von **Grundsätzen** für die weitere Arbeit abgeschlossen (**Abschnitt 3.6**).

#### 3.2 Entscheidungsfindung im Kontext der Verkehrsplanung<sup>20</sup>

##### 3.2.1 Begriffsbestimmungen

Die systematische Behandlung von Entscheidungen, wobei eine Handlungsalternative zur Lösung eines Entscheidungsproblems aus einer Menge möglicher Alternativen nach rationalen Überlegungen ausgewählt wird, ist Gegenstand der **Entscheidungstheorie**. Dabei stehen Entscheidungen im Vordergrund, die in Hinblick auf mehrere zueinander in Konflikt stehende Ziele und einer Ungewissheit bezüglich der Zukunft zu treffen sind. (LAUX 2003)

Grundlage jeder **Entscheidung** ist, dass beim Entscheider eine **Zielvorstellung** vorhanden ist, mit deren Hilfe die Konsequenzen von Handlungsalternativen nach ihrer „Erwünschtheit“ bewertet werden können. Die **Bewertung** bezieht sich auf einen Entscheidungszeitpunkt und erfolgt auf der Grundlage eines bestimmten Informationsstands bezogen auf die Ausgangslage und die künftig zu erwartende Situation.

Zur Lösung von Entscheidungsproblemen werden die **Handlungsalternativen** allgemein so definiert, dass sie sich gegenseitig ausschließen. Die Entscheidung besteht in der Auswahl genau einer der vorhandenen Handlungsalternativen.

Die Entscheidungsfindung im Rahmen der Programmplanung betrifft im Kern die Lösung eines **Allokationsproblems**. Das hier behandelte Allokationsproblem ist das eines wiederkehrenden Entscheidungsprozesses.

<sup>20</sup> Allgemeine Quellengrundlagen zum Abschnitt sind (ADAM 1997), (LAUX 2003), (FGSV 2010), (MAY 2005).

Methoden der Entscheidungsfindung beruhen auf einer vereinfachten Abbildung des Entscheidungsproblems. Die Entscheidungstheorie bietet zur Unterstützung der Entscheidungsfindung eine Vielzahl von Typen von **Entscheidungsmodellen** an. Durch die Integration dieser Entscheidungsmodelle in geregelte, nachvollziehbare und wiederholbare Abläufe entstehen Verfahren zur Entscheidungsfindung.

Für die vorliegende Arbeit werden Verfahren auf mehreren Ebenen des Entscheidungsprozesses verwendet. Zur besseren Verständlichkeit werden die folgenden Begriffe abgegrenzt:

- **Entscheidungsverfahren**  
Beinhaltet alle Abläufe von der Entwicklung eines Verfahrens bis einschließlich der Auswahl einer Handlungsalternative.
- **Bewertungsverfahren**  
Ist eine Teilmenge des Entscheidungsverfahrens und beschreibt die Abläufe bei der Bewertung von Handlungsalternativen von der Erfassung oder Übernahme von Informationen bis einschließlich dem Bewertungsergebnis (in diesem Fall relative Dringlichkeit von Straßenbaumaßnahmen).

Entscheidungs- und Bewertungsverfahren sind aus weiteren **Teilverfahren** zusammengesetzt. Ein Teilverfahren beschreibt die Abläufe bei einer Teilaufgabe des übergeordneten Verfahrens, wie z.B. eine spezifische Wirkungsermittlung oder Wertsynthese.

#### 3.2.2 Anforderungen an die Entscheidungsfindung

Im Rahmen der Entscheidungsfindung sind Wirkungen von Handlungsalternativen zu ermitteln, die Vor- und Nachteile zu beurteilen und auf dieser Grundlage die Entscheidung für eine Handlungsalternative herbeizuführen.

Verkehrsplanerische Maßnahmen haben im Regelfall sowohl verkehrliche als auch soziale, ökonomische und ökologische Wirkungen (FGSV 2001A). **Entscheidungsprozesse im Rahmen der Verkehrsplanung** sind aufgrund der Vielzahl von Wirkungen, die mit verkehrsplanerischen Maßnahmen verbunden sind, in der Regel **komplex**. Die Betroffenheit ist räumlich, zeitlich und für unterschiedliche Personen(gruppen) unterschiedlich.

Nach (FGSV 2010) werden folgende wesentliche **Anforderungen an die Verfahren zur Entscheidungsfindung** in der Verkehrsplanung definiert:

- **Logische Konsistenz** und **Fehlerfreiheit** der Beurteilungen, Abwägungen und Auswahlprozesse
- Gewährleistung einer gesellschaftlichen Kontrolle der Beurteilung, Abwägung und Auswahl öffentlicher Projekte (**Nachvollziehbarkeit**)
- Gewährleistung flexibler, das heißt dem jeweiligen Arbeits- und Informationsstand angepasster Vorgehensmöglichkeiten (**Flexibilität**).
- Förderung des Lernens über die Wirkweisen von Maßnahmen, die erzielbaren Austauschrelationen („Trade-Offs“) zwischen erwünschten und unerwünschten Wirkungen sowie über die Variationsmöglichkeiten für das Setzen von Standards.

Bei einer rationalen Entscheidung ist aus der Menge der Handlungsalternativen diejenige Handlungsalternative auszuwählen, die die höchste Vorteilhaftigkeit aufweist (**relative Vorteilhaftigkeit**). Dabei ist nach (FGSV 2001A) sicherzustellen, dass die gewählte Entscheidungsalternative den folgenden beiden Voraussetzungen genügt:

- **Zulässigkeit:** Die Handlungsalternative muss mit gesetzlich vorgegebenen und selbst gesetzten Standards kompatibel sein.
- **Absolute Vorteilhaftigkeit:** Die Vorteile müssen die Nachteile der Handlungsalternative eindeutig übersteigen.

Für die Bewertung der Wirkungen einer Handlungsalternative besteht **Gestaltungsfreiheit**. Sie ergibt sich – auch ohne ausdrückliche gesetzliche Erwähnung – aus der Übertragung der Planungsbefugnis auf einen Träger (FGSV 2001A). Hierzu gehört die Ermächtigung, unter Einhaltung der Zulässigkeit der Planung eigenverantwortliche Entscheidungen zu treffen. Die Erfassung und Bewertung aller Konsequenzen von Handlungsalternativen ist grundsätzlich nicht erforderlich, da für die Bewertung lediglich die Konsequenzen relevant sind, die für den Entscheidungsträger von Bedeutung sind (LAUX 2003).

Die Entscheidung hat für Vorhaben, die unter Genehmigungsvorbehalt stehen, unter Beachtung des **Abwägungsgebots** zu erfolgen. Dieses fordert, die durch die Planung berührten öffentlichen und privaten Belange zu ermitteln und untereinander und gegeneinander gerecht abzuwägen (WALTHER 2011).

Nach (FGSV 2010) schließt die Abwägung per se eine frühzeitige Verrechnung von Vor- und Nachteilen, von Begünstigungen und Benachteiligungen aus. Es ist sicherzustellen, dass Wirkungen aufgezeigt, Bewertungen nachvollzogen und Vor- und Nachteile diskursiv behandelt werden können. Eine Abwägung ist nach (WALTHER 2011) dann fehlerbehaftet, wenn:

- eine Abwägung nicht stattgefunden hat (**Abwägungsausfall**),
- der Sachlage angemessene Sachverhalte/Belange nicht berücksichtigt worden sind (**Abwägungsdefizit**) oder
- keine Berücksichtigung der notwendigen Belange in den ihnen nachvollziehbar zukommenden Gewichtungen stattgefunden hat (**Abwägungsfehlengewichtung**).

Fehlerhafte Abwägungen können nach (FGSV 2010) vermieden werden, „indem:

- geeignete Verfahrensabläufe gesichert werden,
- (alle) maßgeblichen Wirkungen – auch Folge-, Fern- und Langfristeffekte – berücksichtigt werden,
- alle relevanten, potenziell geeigneten Handlungsoptionen berücksichtigt werden,
- die Betroffenheit von Teilräumen oder Personengruppen sofern ermittelbar auch ermittelt werden und
- die Ausübung des Planungsermessens und der Abwägung deutlich und nachvollziehbar wird.“

Insbesondere die Forderungen, alle maßgeblichen Wirkungen zu berücksichtigen und die Betroffenheit, sofern ermittelbar, auch zu ermitteln, können bei einer vergleichenden Bewertung von Maßnahmen mit unterschiedlicher Zielsetzung, Betroffenheit und Wirkungsrichtung zu einem **sehr umfangreichen, komplexen Verfahren** führen, für das aufwendige Wirkungsermittlungen erforderlich sind. Eine hohe Komplexität des Entscheidungsverfahrens gefährdet aber die geforderte Nachvollziehbarkeit von Entscheidungen und die diskursive Behandlung von Vor- und Nachteilen,

insbesondere wenn die Entscheidung, wie hier gegeben, zwischen vielen Alternativen getroffen werden soll.

Für das hier behandelte Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung im Rahmen einer Programmplanung wird keine Vollzugsverbindlichkeit der Ergebnisse vorausgesetzt. Die formale Abwägung von Einzelmaßnahmen findet in gesonderten Verfahren statt. Hiervon unberührt bleibt, dass die **Prinzipien der Abwägung für eine rationale Bestimmung der Vorteilhaftigkeit von Handlungsalternativen zu beachten sind**.

Die Entwicklung und Anwendung des Entscheidungsverfahrens hat auf effiziente Weise zu erfolgen. Aufwand und Ergebnis müssen in einem der Aufgabenstellung angemessenen Verhältnis zueinander stehen.

### 3.2.3 Entscheidungssituationen

In Abhängigkeit des Informationsstands des Entscheidungsträgers werden üblicherweise drei **Entscheidungssituationen** unterschieden (vgl. z.B. SCHOLL 2001):

- **Entscheidung unter Sicherheit:** Die eintretende Situation ist bekannt (deterministisches Entscheidungsmodell)
- **Entscheidung unter Risiko:** Die eintretende Situation ist nicht bekannt, es sind aber (objektive oder subjektive) Eintrittswahrscheinlichkeiten für mögliche Entwicklungen bekannt (stochastisches Entscheidungsmodell)
- **Entscheidung unter Ungewissheit:** Die möglichen Entwicklungen sind bekannt, Informationen über die Eintrittswahrscheinlichkeiten liegen aber nicht vor.

Die Entscheidungen unter Risiko und unter Ungewissheit werden unter dem Begriff der **Entscheidung unter Unsicherheit** zusammengefasst. In der Entscheidungstheorie wird idealtypisch davon ausgegangen, dass die eintretende Situation bei Ungewissheit zwar unklar ist, die Anzahl möglicher Situationen und die Auswirkungen auf die Handlungsalternativen ausreichend bekannt sind (z.B. in Form von Zukunftsszenarien). In der Praxis wird dies häufig nicht gegeben sein, so dass als zusätzliche Aspekte die Unvollständigkeit und die Unbestimmtheit (Ungenauigkeit, Unschärfe) der der Entscheidung zugrunde liegenden Informationen zu berücksichtigen sind (SCHOLL 2001).

### 3.2.4 Ablauf des Entscheidungsprozesses

Für die Aufstellung eines komplexeren Entscheidungs- bzw. Bewertungsverfahrens ist der Durchlauf eines (strukturierten) Planungsprozesses erforderlich. Die Festlegung der einzelnen Schritte im Entscheidungsprozess und deren inhaltliche Abgrenzung erfolgt in der Literatur<sup>21</sup> nicht einheitlich. Die **Grundstruktur** ist aber in der Regel ähnlich der folgenden Systematik, die für die vorliegende Arbeit verwendet wird:

1. Problemstellung mit Festlegung des Kontextes der Entscheidung
2. Identifizierung von Handlungsalternativen
3. Bewertung der Handlungsalternativen
4. Auswahl einer Handlungsalternative

---

<sup>21</sup> Vgl. zu ähnlichen Einteilungen z.B. (LAUX 2003), (SCHOLL 2001), (ADAM 1997), (DCLG 2009).

Die einzelnen Prozessschritte der Entscheidungsfindung können nicht streng isoliert betrachtet werden. Der Entscheidungsprozess erfolgt in der Regel nicht starr in der dargestellten Reihenfolge, sondern ist ein **iterativer Prozess**.

### zu 1.: Problemstellung

In der Phase der **Problemstellung** wird der Kontext des Entscheidungsfindungsprozesses erfasst.<sup>22</sup> Hierzu gehören die Identifikation der direkt und indirekt Beteiligten im Entscheidungsprozess und die Erfassung von Rahmenbedingungen der Entscheidung, z.B. technischer, rechtlicher oder finanzieller Art. Als Ergebnis der Problemstellung soll eine klare Vorstellung über die Fundamentalziele der zu treffenden Entscheidung und die möglichen Konsequenzen von Handlungsmöglichkeiten vorliegen (der Begriff **Fundamentalziel** bringt zum Ausdruck, dass dieses Ziel für die Entscheidungssituation von unmittelbarer Bedeutung ist (SCHOLL 2001)). Ohne diese Kenntnisse kann nicht abschließend festgestellt werden, welche Wirkungszusammenhänge zu analysieren und bewerten sind.

Mit welcher **Tiefe** und in welchem **Umfang die Problemstellung präzisiert** werden soll, ist auch eine Frage der Zweckmäßigkeit. Eine präzisere Problemformulierung erfordert zusätzliche Informationen, deren Beschaffung und Verarbeitung mit weiterem Aufwand verbunden sein wird. Sie kann auf der anderen Seite auch dazu beitragen, die nachfolgenden Aktivitäten im Entscheidungsprozess zu vereinfachen. Die Problemformulierung stellt somit selbst ein Entscheidungsproblem dar (LAUX 2003).

### zu 2.: Identifizierung von Handlungsalternativen

Für das Allokationsproblem wird die Handlungsalternative **durch eine bestimmte Konstellation der zur Auswahl stehenden Straßenbaumaßnahmen definiert**. Die Entscheidungsmöglichkeiten werden durch (finanzielle) Restriktionen bestimmt. Die Entscheidung für oder gegen eine Maßnahme kann dabei nicht unabhängig von der Entscheidung bezüglich der übrigen zur Auswahl stehenden Maßnahmen getroffen werden. Eine **Handlungsalternative** besteht aus dem Kollektiv aller Einzelmaßnahmen, bei der für jede Einzelmaßnahme ein bestimmtes Entscheidungsergebnis festgelegt ist.

In Abhängigkeit der Aufgabenstellung können für die Lösung des Allokationsproblems folgende Entscheidungsergebnisse mit Auswirkungen auf die Anzahl der Handlungsalternativen unterschieden werden:

- **Einfache Entscheidung:** z.B. für oder gegen Realisierung (zwei Entscheidungsklassen).
- Ermittlung von **Dringlichkeitsklassen:** z.B. Unterteilung in hoch-, mittel, gering- und nicht-prioritär (wenige Entscheidungsklassen).
- Ermittlung einer **Rangstellenreihung:** diese ergibt sich bei einer Auflösung der Klasseneinteilung bis auf die Ebene der Einzelmaßnahmen.

Eine Rangstellenreihung wird dann vorgenommen, wenn nicht nur die Allokationsfrage gelöst werden soll, sondern auch eine maßnahmenscharfe Dringlichkeitsreihung z.B. für die Realisierungsreihenfolge benötigt wird.

Für die vorliegende Arbeit wird vorausgesetzt, dass die Einzelmaßnahmen vorgegeben sind. Der Prozessschritt der Identifizierung von Handlungsalternativen ist im vorliegenden Fall also rein

<sup>22</sup> Die Erfassung des Kontexts der Entscheidungsfindung in Bezug auf das hier behandelte Allokationsproblem wurde bereits in Kapitel 2 vorgenommen.

mathematisch bestimmt. Bei der hohen Anzahl an Maßnahmen ist aufgrund des kombinatorischen Effekts und je nach angestrebtem Entscheidungsergebnis (Anzahl Entscheidungsklassen) eine **sehr hohe Anzahl an Handlungsalternativen** zu bewerten.

#### zu 3.: Bewertung der Handlungsalternativen

Die Bewertung von Handlungsalternativen umfasst die:

- Identifikation von Instrumentalzielen und Kriterien (Ergebnis: **Zielsystem**).
- Ermittlung und Beschreibung der Wirkungen (Ergebnis: **Wirkungsermittlung**).
- Bewertung der Handlungsalternativen und Synthese zu einer vergleichenden Gesamtbeurteilung (Ergebnis: **Präferenzordnung**).

Für die Erstellung des **Zielsystems** sind eine Präzisierung von **Zielen** und die Identifikation von **Zielkriterien**, die die Bedeutung der Wirkungen von Handlungsalternativen adäquat wiedergeben, erforderlich. Erst nach abschließender Festlegung des Zielsystems kann die Ermittlung und Beschreibung der **Wirkungen** der einzelnen Handlungsalternativen bezogen auf die formulierten Ziele anhand von geeigneten **Wirkungsindikatoren** erfolgen. Handlungsalternativen werden anhand der Ziele und Wirkungen **bewertet**. Über Entscheidungsregeln werden Wirkungen in Nutzengrößen transformiert und Zielkonflikte durch die Zusammenfassung der Einzelwirkungen zu einer Gesamtbeurteilung aufgelöst. Dieser Vorgang wird als **Wertsynthese** bezeichnet.

Die dargestellten Schritte bilden die Kernelemente des **Bewertungsverfahrens**. Indikatoren zur Wirkungsermittlung und das Wertsyntheseverfahren zur Ableitung einer Gesamtbeurteilung sind dabei unstrittige Elemente der Verfahren zur Entscheidungsfindung. Ob das Zielsystem ebenfalls Bestandteil des Verfahrens ist, ist strittig. Vor dem Hintergrund, dass die Aufnahme eines Ziels die Ergebnisse der Bewertung maßgeblich beeinflussen kann, bestehen gute Gründe das Zielsystem als Bestandteil des Verfahrens anzusehen (WALTHER 2011). So wird auch in dieser Arbeit das Zielsystem als Bestandteil des Bewertungsverfahrens aufgefasst.

#### zu 4.: Auswahl einer Handlungsalternative

Der letzte Schritt des Entscheidungsprozesses ist die eigentliche Entscheidung für eine Handlungsalternative. In der Literatur wird dieser Schritt oft auch **als integrierter Bestandteil der Bewertungsphase** gesehen. An dieser Stelle wird die Auswahl einer Handlungsalternative als gesonderte Phase betrachtet, da keine der verfügbaren Entscheidungstechniken alle für die Entscheidung relevanten Aspekte so umfassend integrieren kann, wie es für die endgültige Entscheidung benötigt wird (DCLG 2009).

Die Auswahl der Handlungsalternative ist Aufgabe des Entscheidungsträgers, die Bewertungsergebnisse eine Hilfestellung hierzu.



### Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 3.2: Entscheidungsfindung im Kontext der Verkehrsplanung

- ⇒ Ein Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung muss **logisch konsistent, fehlerfrei und nachvollziehbar** sein.
- ⇒ Das Verfahren muss die **Auswahl einer zulässigen, absolut und relativ vorteilhaften Handlungsalternative ermöglichen**.
- ⇒ Für eine rationale Entscheidungsfindung sind die **Vor- und Nachteile von Handlungsalternativen** unter Berücksichtigung der von der Planung berührten Belange **zu bewerten**.
- ⇒ Vor dem Hintergrund der Sicherstellung eines vertretbaren Aufwands und der Handhabbarkeit für die Entscheidungsfindung ist bei der Entwicklung eines Verfahrens die **Maßgeblichkeit von Wirkungen** und die **Ermittelbarkeit von Betroffenheiten** zu berücksichtigen.
- ⇒ Im vorliegenden Kontext erfolgt die **Entscheidungsfindung unter Unsicherheit**.
- ⇒ Die Anzahl von **bewertungsrelevanten Entscheidungsklassen** hat Auswirkungen auf den Bewertungsaufwand und die Anforderungen an die Genauigkeit des Entscheidungsverfahrens.

## 3.3 Entwicklung von Ziel- und Wirkungssystemen

### 3.3.1 Festlegung eines Zielsystems

Eine rationale Entscheidung erfordert Zielvorstellungen, anhand derer die Alternativen hinsichtlich ihrer Wirkungen miteinander verglichen werden können. Hierzu ist für die Bewertung das übergeordnete Ziel (**Fundamentalziel**) durch Unterziele (**Instrumentalziele**) zu verfeinern, damit das Entscheidungsproblem gelöst werden kann. Die unterschiedlichen Ziele werden in einem **Zielsystem** strukturiert.

Die Festlegung des verfolgten Zielsystems ist eine der **wichtigsten Determinanten für die konkrete inhaltliche Ausgestaltung** des Entscheidungsprozesses (ADAM 1997). Die auf der Grundlage eines Entscheidungsverfahrens erzielten Ergebnisse sind als subjektiv bestmögliche Lösung anzusehen, die nach einem bewusst und folgerichtig vollzogenen Prozess vernünftig und zweckmäßig im Sinne der zugrunde gelegten Zielvorstellungen erscheint. Andere Präferenzen oder Zielvorstellungen können zu anderen Ergebnissen führen. Die systematische Zusammenstellung von Zielen ist daher im Rahmen eines Entscheidungsverfahrens von grundlegender Bedeutung.

Die Herleitung eines Zielsystems ist ein **politischer und damit normativer Prozess**, basierend auf Wertvorstellungen und Interessenlagen von Personen und Personengruppen. Dieser Prozess sollte nach (Walther 2011) von wissenschaftlicher Seite unterstützt werden, damit die Anforderungen an Vollständigkeit, Widerspruchsfreiheit und eine konsistente Strukturierung des Zielsystems gewährleistet werden. Über das Zielkonzept haben aber am Ende die entscheidungslegitimierten politischen Gremien zu entscheiden (FGSV 2001A).

Die **Zielsystematisierung** hat in der Verkehrsplanung mittlerweile einen hohen Entwicklungsstand erreicht (APPEL 1997). Systematisierungen von Zielen lassen sich weitgehend aus gesetzlichen

Regelungen, Normen und institutionalisierten Entscheidungsverfahren entnehmen. Dies bedeutet nicht, dass Zielsysteme unverändert aus anderen Entscheidungsverfahren übernommen werden können. Das Zielsystem ist immer problemspezifisch zu betrachten, da es z.B. von den jeweiligen politischen, technischen, organisatorischen, finanziellen oder zeitlichen Rahmenbedingungen abhängig ist.

Nach dem Abwägungsgebot sind alle öffentlichen und privaten Belange in der Entscheidungsfindung einzubeziehen. In der Praxis wird dies in der Regel durch die Festlegung von Zielen nach **Betroffenheit** umgesetzt. Unterschieden wird dabei meist nach:<sup>23</sup>

- Betreiber,
- Nutzer und
- Dritten/Umwelt.

Damit Abhängigkeiten zwischen den Zielen aufgezeigt werden können, werden diese im Allgemeinen im Zielsystem strukturiert. Dieser Strukturierungsprozess beinhaltet folgende Arbeitsschritte:

- Definition von Zielen, die für die Entscheidung berücksichtigt werden müssen (im Wesentlichen Bestandteil der Problemfeststellung)
- Präzisierung dieser Ziele und Identifikation von Zielkriterien, die die Ziele und deren Erfüllung adäquat wiedergeben.
- Festlegung des Grades, zu welchem die Ziele verwirklicht werden sollen (Anspruchsniveau).

Bei der weiteren Präzisierung der Ziele geht es um die Konkretisierung der Ziele durch Festlegung von entsprechenden quantifizierbaren Zielkriterien. Dabei müssen die Zielvorstellungen im Hinblick auf fachspezifische Möglichkeiten und aufgabenspezifische Notwendigkeiten detailliert werden. Jedes Ziel sollte durch Zielkriterien **sachlich, räumlich und zeitlich beschreibbar** sein (FGSV 2001A).

#### 3.3.2 Zielarten und Zielbeziehungen

Ein **Ziel** ist nach (LAUX 2003) dadurch gekennzeichnet, dass ein zukünftiger Zustand angestrebt wird, der sich im Allgemeinen vom gegenwärtigen Ausgangszustand unterscheidet. Der angestrebte Zustand wird als **Zielzustand** bezeichnet.

Ziele sollten spezifisch, messbar, anerkannt, realistisch und zeitabhängig sein (DCLG 2009). Im Wesentlichen ist darauf zu achten, dass alle relevanten Ziele erfasst und die Ziele trennscharf und widerspruchsfrei formuliert sind. Ziele sind dabei klar abzugrenzen von Maßnahmen (FGSV 2010).

Bei Entscheidungsprozessen in der Verkehrsplanung lassen sich verschiedene Zieltypen unterscheiden. Eine Unterscheidung ist die nach (FGSV 2001A):

- **Verbindliche Ziele:** Sie ergeben sich insbesondere aus gesetzlichen Regelungen, Normen, aufgrund von politischen Beschlüssen, verbindlichen übergeordneten Planungen usw.
- **Konzeptionelle Ziele:** Sie werden im jeweiligen Entscheidungsfall festgelegt.

Die verbindlichen Ziele sind als Vorgaben für die Entscheidung zu übernehmen. Sie müssen aber in der Regel für die Entscheidungsfindung operationalisiert werden, indem geeignete Kriterien gefunden werden, die eine Bewertung der Handlungsalternativen in Bezug auf diese Ziele

---

<sup>23</sup> Vgl. z.B. (FGSV 2001A), (FGSV 2010), (MAERSCHALK ET AL. 2008).

ermöglichen. Verbindliche Ziele stehen im Rahmen der Entscheidungsfindung nicht zur Disposition. Konzeptionelle Ziele beschreiben darüber hinausgehende Absichten oder Bestrebungen, die bei der Entscheidung berücksichtigt werden sollen.

Bei der Lösung des Entscheidungsproblems sind im Allgemeinen mehrere Ziele zu berücksichtigen. Bei der Betrachtung von mehreren Zielen sind die Beziehungen zwischen den Zielgrößen zu beachten. Zwischen zwei Zielgrößen können folgenden Beziehungen auftreten (LAUX 2003):

- **Neutralität:** Die Zielgrößen haben keinen Einfluss auf die Ausprägung der anderen Zielgrößen.
- **Komplementarität:** Die Ausprägung der Zielgrößen ist gleichgerichtet.
- **Konkurrenz:** Die Ausprägung der Zielgrößen ist gegengerichtet. Eine verbesserte Zielerreichung des einen Ziels ist mit einer Verschlechterung der Zielerreichung des anderen Ziels verbunden (**Zielkonflikt**).

Die Neutralität, Komplementarität oder Konkurrenz muss nicht den gesamten Wertebereich der Zielgrößen umfassen. Bei Entscheidungsproblemen in der Verkehrsplanung ist das Vorhandensein von Zielkonflikten die Regel.

### 3.3.3 Operationalisierung von Zielen

Durch Zielkriterien werden die Ziele operationalisiert. Ein Ziel wird dabei als **operationalisiert** bezeichnet, wenn **Zielgröße** und **Zielniveau** eindeutig definiert sind und eine Ordnung der Entscheidungsalternativen auf dieser Grundlage möglich ist. Als weitere Anforderung wird z.B. von (ADAM 1997) genannt, dass operationalisierte Ziele auch durch Dritte eindeutig überprüft werden können (interpersonell nachvollziehbar). Dies ist in der Regel gegeben, wenn keine Quantifizierungsprobleme bezüglich des Zielerreichungsgrads bestehen.

Der Katalog der definierten Zielkriterien sollte die (möglichen) Wirkungen der betrachteten Handlungsalternativen, sofern sie relevante Auswirkungen auf die Zielerreichung haben könnten, vollständig berücksichtigen. Dies betrifft insbesondere auch die räumlichen und zeitlichen Komponenten von Wirkungen.

Damit Zielkriterien praktisch anwendbar sind, müssen sie verschiedenen weiteren Anforderungen genügen. (Ziel-)Kriterien müssen nach (BOLTZE 1992):

- bedeutsam,
- empfindlich hinsichtlich Veränderungen,
- umfassend und
- mit vertretbarem Aufwand erfassbar sein.

Im Allgemeinen ist zu vermeiden, dass bestimmte Wirkungen mehrfach über verschiedene Zielkriterien abgebildet werden. Auch die Forderung, dass zwischen den Zielkriterien keine Abhängigkeiten bestehen dürfen, ist für die gängigsten Wertsyntheseverfahren eine Voraussetzung (DCLG 2009).

Für die Bewertung der Handlungsalternativen ist es erforderlich anzugeben, welcher Zustand für die Ziele angestrebt wird. Dieser Zustand kann auf verschiedene Weisen definiert sein (Approximation, Satisfizierung, Extremierung) (SCHOLL 2001).

Diese **Anspruchsniveaus** können mit relativem Bezug zum bestehenden Zustand festgelegt werden. Wenn möglich sollten sie aber anhand von absoluten Grenzwerten bestimmt werden, insbesondere, wenn bindende Anforderungen vorliegen. Grundsätzlich sind für die Anspruchsniveaus

kontrollierbare und kommunizierbare Festlegungen quantitativer Art anzustreben. Häufig wird man sich aber auf eine qualitative Beschreibung beschränken müssen (FGSV 2001A).

Eine wesentliche Möglichkeit der Unterscheidung bei der Art der Operationalisierung von Zielen ist die nach der Verwendung von **qualitativen** oder **quantitativen** Informationen.

Bei **quantifizierbaren Zielkriterien** wird das Ziel durch kardinal messbare Informationen operationalisiert. Elemente des realen Systems werden durch Variablen und Konstanten abgebildet und in Form von Gleichungen miteinander verknüpft. **Qualitative Zielkriterien** werden dahingegen durch verbale Beschreibungen gekennzeichnet. Zusammenhänge zwischen qualitativ beschriebenen Zielkriterien lassen sich aufgrund ihrer partiellen Unbestimmtheit nicht ohne weiteres ableiten.

Wesentlicher Vorteil von quantitativ beschriebenen Zielkriterien ist, dass sie **intersubjektiv verifizierbar** sind. Grundsätzlich sind daher kontrollierbare und kommunizierbare Festlegungen quantitativer Art anzustreben (FGSV 2001A). Sie erfordern aber in der Regel eine deutlich genauere Durchdringung der Zusammenhänge zwischen Handlungsalternativen und Ziel, was zu einem erhöhten Aufwand bei der Erfassung und Verarbeitung von Informationen führen kann. Eine qualitative Beschreibung eines Zielkriteriums kann daher trotzdem unter Umständen die geeignetere Methode der Operationalisierung darstellen.

### 3.3.4 Festlegung des Wirkungssystems

Die Wirkungen von Handlungsalternativen werden über eine **Wirkungsermittlung** aufgezeigt. Die Wirkungsermittlung soll eine möglichst umfassende Grundlage für die Entscheidungsfindung bilden. Folglich sind nicht nur die direkten Wirkungen auf das Verkehrssystem, sondern auch sonstige mögliche Wirkungen und Folgewirkungen (z.B. soziale, ökonomische und ökologische Wirkungen) zu berücksichtigen (FGSV 2001A).

**Wirkungen** sind Konsequenzen von Entscheidungen bezogen auf bestimmte, für die Entscheidung relevante Merkmale und werden durch **Wirkungszusammenhänge** beschrieben. Die Wirkungszusammenhänge determinieren das Mengengerüst der Nutzenermittlung, die **Wirkungsgrößen**. Wirkungszusammenhänge können über eine formale Darstellung von Zusammenhängen zwischen bestimmten Ausprägungen von Variablen und Daten in Bezug auf eine bestimmte Zielgröße dargestellt werden. Die Größen oder Tatbestände, die unmittelbar überprüft werden und als Grundlage für die Ausprägung der entscheidungsrelevanten Daten dienen, werden als **Indikatoren** bezeichnet.

In der Regel werden die Wirkungen auf übergeordneter Ebene in **Wirkungsbereiche** kategorisiert und in Teilwirkungsbereiche untergliedert. Für die Kategorisierung von Wirkungen besteht in der Verkehrsplanung keine einzig zulässige und einheitliche Einteilung (FGSV 2010). Relevante Wirkungen und deren Wirkungsbereiche müssen in Abhängigkeit der jeweiligen Fragestellung bestimmt werden. (FGSV 2010) beschreibt eine Einteilung in die folgenden Wirkungsbereiche:<sup>24</sup>

- Wirkungen auf das Verkehrssystem
- Wirkungen auf die Umwelt
- Effekte auf den Lebensraum und das soziale Umfeld
- Effekte auf die Wirtschaft
- Effekte auf die Verkehrssicherheit
- Maßnahmenkosten

---

<sup>24</sup> Für eine nähere Charakterisierung dieser Wirkungsbereiche wird auf diese Quelle verwiesen.

Zur besseren Verständlichkeit dieser komplexen Zusammenhänge ist die Ermittlung und Darstellung von **Wirkungsketten** ein wichtiges Hilfsmittel. In der Regel sind vielschichtige komplexe Wirkungsketten zu berücksichtigen.

Wirkungen und Wirkungsintensitäten können je nach berücksichtigten zeitlichen oder räumlichen Bezugsrahmen sehr unterschiedlich ausgeprägt sein. Es ist daher sicherzustellen, dass auch längerfristige Wirkungen, räumlich entfernte Wirkungen oder indirekte Wirkungen und Folgewirkungen von Handlungsalternativen nicht unberücksichtigt bleiben, wenn sie für die Zielerreichung von Bedeutung sind.

### 3.3.5 Zeitliche und räumliche Wirkungskomponenten

#### Zeitliche Wirkungskomponenten

Für die Bewertung von Maßnahmen sind außer den Wirkungen bei Realisierung der Maßnahme auch die **Wirkungen bei „Untätigkeit“** relevant. Wie bereits gezeigt, tritt insbesondere bei Erhaltungsmaßnahmen bei „Untätigkeit“ eine kontinuierliche Verschlechterung des Substanzzustandes auf. Die Wirkungen bei „Untätigkeit“ können daher nicht ohne weiteres aus der Bestandserfassung übernommen werden.

Maßnahmen haben über ihren Lebenszyklus von der Planung über die Realisierung, Nutzung und den abschließenden Rückbau maßgeblich unterschiedliche **Wirkungsphasen**. Eine Differenzierung der Wirkungen z.B. nach Realisierung und Nutzung findet sich in verschiedenen bestehenden Bewertungsverfahren. Insbesondere durch den aktuellen Fokus auf die Nachhaltigkeit von Infrastrukturmaßnahmen (vgl. z.B. GRAUBNER ET AL. 2010) finden die verschiedenen Wirkungsphasen einer Maßnahme auch bei der Entscheidungsfindung für Infrastrukturmaßnahmen verstärkt Berücksichtigung.

Für die vorliegende Fragestellung ist der Vergleich von Maßnahmen mit unterschiedlichen **Nutzungsdauern** und unterschiedlichen **Realisierungszeitpunkten bzw. Wechselzeitpunkten von Wirkungsphasen** erforderlich. Dies ist methodisch anspruchsvoll und erfordert zur Vermeidung der Bevorzugung oder Benachteiligung einer Maßnahmenart die Berücksichtigung der Fristigkeit von Maßnahmen z.B. durch Reinvestitionszyklen oder Restwertberechnungen (FGSV 2010).

Die Wahl des **Betrachtungszeitraumes** hat Einfluss auf verschiedene zentrale Aspekte eines Entscheidungsverfahrens. Durch die Wahl des Betrachtungszeitraums wird definiert, welche zeitlich versetzten Wirkungen in die Bewertung einbezogen werden, und somit das Ergebnis einer Wirkungsermittlung beeinflussen.

Neben diesem direkten Einfluss hat die Wahl des Betrachtungszeitraums auch Einfluss auf die Anforderungen an die Informationsversorgung und auf die Frage von Reinvestitionen und Restwerten. Bei allen Teilen einer Infrastruktur, deren Nutzungsdauer nicht gleichzeitig mit dem Ende des Betrachtungszeitraums endet, sind Anpassungen nötig. Wenn die Nutzungsdauer eines Teiles der Infrastruktur kleiner als der Betrachtungszeitraum ist, sind **Reinvestitionen** einzuplanen. Ist hingegen die Lebensdauer größer als der Betrachtungszeitraum, ist der **Restwert** dieses Infrastrukturteiles zu berücksichtigen.

Folgende Möglichkeiten sind für die Festlegung des Betrachtungszeitraums nach (ECOPLAN ET AL. 2005) denkbar:

- Nutzungsdauer der langlebigsten Maßnahme.
- Gewichtete durchschnittliche Nutzungsdauer der einzelnen Projektbestandteile.
- Ökonomischer Horizont, d.h. Zeitspanne, in welcher X% der Kosten und Nutzen anfallen, die bei einer unendlichen Betrachtungsdauer anfallen würden.
- „Überblickbarer Rahmen“, d.h. eine Zeitspanne, für welche angenommen wird, dass eine ausreichende Sicherheit bei den Entwicklungsprognosen besteht.
- Arbiträre Festlegung eines fixen Betrachtungszeitraums.

Die Berücksichtigung der Nutzungsdauer des langlebigsten Elements führt zu sehr langen Betrachtungszeiträumen und ist daher nur in Ausnahmefällen ein geeignetes Kriterium für die Begrenzung des Betrachtungszeitraums.

Die **gewichtete durchschnittliche Nutzungsdauer** berechnet sich als gewogener (harmonischer) Durchschnitt aus den Nutzungsdauern und Kosten der einzelnen Anlageteile und ist ferner vom verwendeten Diskontsatz abhängig. Dieser Ansatz wird z.B. im Bundesverkehrswegeplan (BVWP) verfolgt. Vorteil der gewichteten durchschnittlichen Nutzungsdauer ist, dass der Betrachtungszeitraum nicht starr festgelegt wird, sondern in einem direkten Zusammenhang zur Maßnahme steht. Durch die Festlegung des Betrachtungszeitraums mit der Methode der gewichteten durchschnittlichen Nutzungsdauer können verschiedene Maßnahmen mit unterschiedlichen Betrachtungszeiträumen vergleichend bewertet werden.

Der Ansatz des **ökonomischen Horizonts** versucht auf pragmatische Weise die wesentlichen Einflüsse einzuschließen, ohne sämtliche Effekte in alle Unendlichkeit ermitteln zu müssen. Die Festlegung dieser Zeitspanne ist allerdings bei Maßnahmen mit stark unterschiedlicher Nutzungsdauer problematisch.

Die Festlegung nach einem **überblickbaren Rahmen** erfolgt durch Festsetzung einer Zeitspanne, für welche angenommen wird, dass zukünftige Wirkungen genügend verlässlich ermittelt und bewertet werden können. In dieser Situation behilft man sich gelegentlich mit der Annahme der Konstanz sämtlicher Wirkungen ab einem gewissen Zeitpunkt oder einer allenfalls geringen jährlichen Veränderungsrate.

Der Betrachtungszeitraum wird in der Praxis häufig **arbiträr** unter Berücksichtigung verschiedener der oben angeführten Überlegungen festgelegt. Nach (ECOPLAN ET AL. 2005) variieren die gewählten Zeiträume in der Regel zwischen 15 Jahren und 60 Jahren.

Die **zeitliche Variabilität** von Wirkungen ist – sofern sie für den Entscheidungsträger zur Bewertung der Wirkungen relevant ist – zu berücksichtigen. Je größer der Zeitraum, über den sich die Bewertung erstreckt, desto größer werden in der Regel die Auswirkungen für die Bewertung sein. Wenn die Wirkung durch eine lineare Änderung gekennzeichnet wird, kann die zeitliche Variabilität ggf. über eine Mittelwertbildung über den Bewertungszeitraum berücksichtigt werden. Treten Diskontinuitäten in der zeitlichen Entwicklung von Wirkungen (z.B. beim Übergang von Wirkungsphasen) oder nichtlineare Entwicklungen auf, erfordert dies für eine korrekte Bewertung eine differenzierte Wirkungsermittlung, wie etwa eine Differenzierung der **Wirkungsermittlung in zeitlichen Teilabschnitten**.

#### Räumliche Wirkungskomponenten

Straßenbaumaßnahmen haben regelmäßig eine erhebliche (linienhafte) Ausdehnung, weshalb **Wirkungsdisparitäten** im Verlauf der Maßnahme auftreten können. Zur Vereinfachung der

Wirkungsermittlung werden insbesondere bei Maßnahmen an bestehenden Verkehrsanlagen Maßnahmenabschnitte mit möglichst homogenen Eigenschaften und Bedingungen gebildet (vgl. KULKARNI ET AL. 2004, KÖPPEL ET AL. 2001).

Die Merkmale, nach der eine Abschnittsbildung erfolgen kann, sind vielfältig, sollten aber Relevanz für die Wirkungsermittlung haben. Nach den Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI) sollen „... homogene Abschnitte in ihrer Bauweise und ihrem Schichten- aufbau, ihrem Querschnitt, der Verkehrsbelastung und ihren Zustand möglichst einheitlich sein. Ergänzt durch administrative Gegebenheiten (z.B. Verwaltungsgrenzen) ergeben sich aus diesen Merkmalen auch die Kriterien, die für eine Abgrenzung von **homogenen Abschnitten** maßgeblich sind. Im Zusammenhang mit dem Erhaltungsmanagement kommt dabei dem Zustand eine vorrangige Bedeutung zu.“ (FGSV 2003A).

(KÖPPEL ET AL. 2001) sehen als relevante Merkmale für eine Abschnittsbildung u.a. die Lage (Ortslage/Außerortslage), die Änderung der Verkehrsstärke, den Fahrbahnoberflächenzustand, Bereiche mit zu geringer Fahrbahnbreite sowie Bereiche mit straßenbegleitenden Bäumen und Störstellen (Brücken/Unterführungen mit Einschränkungen für den Schwerverkehr).

### 3.3.6 Wirkungsinterdependenzen

**Interne Wirkungsinterdependenzen**<sup>25</sup> sind dann vorhanden, wenn zwischen den untersuchten Maßnahmen Abhängigkeiten bestehen, die für den Entscheidungsträger bei der Bewertung der Wirkungen von Bedeutung sind.

Interne Wirkungsinterdependenzen sind für Allokationsprobleme besonders relevant. Sind die Wirkungen von Maßnahmen untereinander vollkommen unabhängig, lässt sich das Allokationsproblem durch eine isolierte Ermittlung der Wirkungen der einzelnen Maßnahmen lösen. Bestehen dahingegen Wirkungsinterdependenzen, ist die Wirkungsermittlung für eine Maßnahme folglich in Abhängigkeit der Entscheidung zur Realisierung oder Nicht-Realisierung einer oder mehrerer anderer Maßnahmen des betrachteten Maßnahmenkollektivs durchzuführen. Hierdurch steigt die **Komplexität** der Wirkungsermittlung erheblich an.

Über Wirkungsinterdependenzen innerhalb des untersuchten Maßnahmenkollektivs hinaus sind für die vorliegende Fragestellung weitere **externe Wirkungsinterdependenzen** mit Planungsvorhaben außerhalb des eigenen Maßnahmenkollektivs relevant. Dies betrifft insbesondere Planungsvorhaben von anderen Entscheidungsträgern. Solche Wirkungsinterdependenzen führen zu besonderen Problemen, da sie ohne eine Koordinierung der betroffenen Entscheidungsprozesse der jeweiligen Entscheidungsträger nicht abschließend bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden können.

<sup>25</sup> In der Entscheidungstheorie auch als Erfolgskopplungen oder Erfolgsverbund bezeichnet, vgl. z.B. Laux (2001, S.6 ff.).

## Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 3.3: Entwicklung von Ziel- und Wirkungssystemen

- ⇒ Die Festlegung des Zielsystems ist ein normativer Prozess. Eine allgemein gültige Definition des Zielsystems ist daher nicht möglich. Die Zielsystematisierung hat in der Verkehrsplanung allerdings einen hohen Entwicklungsstand erreicht, sodass die Verfahrensentwicklung **weitgehend auf bekannte Zielsysteme aufbauen kann**.
- ⇒ Bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung erschweren die erheblichen Unterschiede bei den Nutzungsdauern sowie die periodische Wiederholung der Entscheidungsfindung die Wahl eines geeigneten Betrachtungszeitraums. Dieser hat einen maßgebenden Einfluss auf die Güte der Bewertungsergebnisse. Der **Festlegung des Betrachtungszeitraums** ist im Rahmen der Verfahrensentwicklung besondere Aufmerksamkeit zu widmen.
- ⇒ **Interne und externe Wirkungsinterdependenzen** sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung zu spezifizieren und deren Einfluss über Koordinationsmechanismen zu berücksichtigen.

### 3.4 Verfahren im Kontext einer Dringlichkeitsbewertung

#### 3.4.1 Klassifizierung und Typisierung von Bewertungsverfahren

Die Synthese von Zielsystem und Wirkungsermittlung zu einer Gesamtbewertung wird als **Wertsynthese** bezeichnet. Die in der Verkehrsplanung angewandten Verfahren zur Wertsynthese werden im Allgemeinen in drei Klassen unterteilt:<sup>26</sup>

- **Nichtformalisierte Verfahren**  
Hierbei findet die Entscheidungsfindung auf **beschreibender/verbaler Ebene** statt. Die Bewertungen sind in der Regel subjektiv-ganzheitliche Urteile, bei denen Nachvollziehbarkeit und Kontrollierbarkeit erschwert sind (FGSV 2001A).
- **Teilformalisierte Verfahren**  
Für diese Verfahren ist bereits eine umfangreiche und meist quantitative Wirkungsermittlung erforderlich. Ziel von teilformalisierten Verfahren ist „die Teilmenge der unzulässigen Maßnahmen abzugrenzen und die zulässigen **Maßnahmen nach ihrer Vorteilhaftigkeit zu ordnen**“ (FGSV 2010).
- **Formalisierte Verfahren**  
Bei ihnen findet im Rahmen der Bewertung eine **Kompensation von Wirkungen** statt, indem Wirkungen auf eine einheitliche Bewertungsgröße transformiert werden. Dies kann durch Monetarisierung oder die Verwendung von Nutzenpunkten geschehen. Ein entscheidender Vorteil von formalisierten Verfahren ist, dass sie auch bei einer großen Anzahl an Varianten zu einer Prioritätenreihung bei multikriterieller Betrachtung gelangen (WALTHER 2011). Sie stellen aber durch die für die Transformation benötigte Quantifizierung der Wirkungen vergleichsweise hohe Anforderungen an die Datenverfügbarkeit

<sup>26</sup> In (FGSV 2010) findet sich eine ausführliche Systematisierung dieser Verfahren, auf die an dieser Stelle verwiesen wird.



und die Berechenbarkeit von Indikatoren. Beispiele für formalisierte Verfahren sind die Nutzen-Kosten-Analyse, Nutzwertanalyse und die Wirksamkeits-Kosten-Analyse.

In der Entscheidungstheorie werden die nachfolgend dargestellten **Typisierungen für Entscheidungsmodelle** verwendet, die für die nähere Bestimmung der relevanten Eigenschaften eines Bewertungsverfahrens herangezogen werden:<sup>27</sup>

- **Entscheidungsverfahren / Optimierungsverfahren**  
Mit Entscheidungsverfahren werden Verfahren bezeichnet, bei der die Menge der Handlungsalternativen explizit vorgegeben ist. In einem Optimierungsverfahren sind die Alternativen implizit durch ein System von Restriktionen gegeben.
- **monokriterielle Verfahren / multikriterielle Verfahren**  
Ist nur ein Zielkriterium zu beachten, so handelt es sich um ein einkriterielles, ansonsten um ein multikriterielles Verfahren.
- **quantitative / qualitative Verfahren**  
In quantitativen (mathematischen) Verfahren werden die im Modell abgebildeten Aspekte durch kardinal messbare Informationen beschrieben. Qualitative Verfahren beinhalten Aspekte, die über qualitative Informationen beschrieben werden.
- **statische / dynamische Verfahren**  
Die im Modell abgebildete Realität unterliegt dynamischen Veränderungen im Zeitverlauf. Wird die dynamische Entwicklung von Daten abstrahiert, so wird dies als statisches Modell bezeichnet.
- **deterministische / stochastische Verfahren**  
Deterministische Verfahren betrachten von jeder relevanten Information nur eine Ausprägung. Sie berücksichtigen entweder Daten, die mit Sicherheit bekannt sind, oder abstrahieren die Datenunsicherheit. Stochastische Entscheidungsverfahren berücksichtigen die Unsicherheit von Informationen explizit, indem die Eintrittswahrscheinlichkeiten der relevanten Informationen über Zufallsvariablen abgebildet werden.

### 3.4.2 Eingrenzung von geeigneten Verfahrenstypen

Anhand des vorliegenden Kontextes der Entscheidungssituation kann bereits eine erste Abgrenzung der erforderlichen Modelleigenschaften für das Verfahren vorgenommen werden.

Nach (FGSV 2010) sind folgende Entscheidungskontexte für die Spezifizierung der Verfahrensarten besonders relevant:

- **Anzahl an Maßnahmen und Anzahl an einbezogenen Indikatoren**  
Je mehr Maßnahmen und Indikatoren einzubeziehen sind, umso effizienter sind formalisierte Verfahren.
- **Verfügbare Entscheidungszeit**  
Eine kurze Entscheidungszeit erfordert den Einsatz von nichtformalisierten oder teilformalisierten Verfahren. Da es sich bei der vorliegenden Aufgabenstellung um eine periodisch wiederkehrende Entscheidungsaufgabe handelt, wird angenommen, dass der Entscheidungsträger die für die Entscheidung erforderlichen Schritte rechtzeitig einleiten kann.

<sup>27</sup> Vgl. z.B. (ADAM 1997), (SCHOLL 2001).

- **Verfügbare Daten**  
Die Quantifizierung von relevanten Wirkungen ist immer anzustreben. Je mehr qualitative Indikatoren zur Anwendung kommen, umso eher sind teilformalisierte Verfahren geeignet.
- **Bearbeitungstiefe**  
Die erforderliche Bearbeitungstiefe wird von der Planungsphase und der erforderlichen Vergleichbarkeit mit anderen oder bisherigen Planungen oder Varianten bestimmt. Bei grob erfassten Wirkungsmengengerüsten in frühen Planungsphasen sind nichtformalisierte Verfahren angemessen. Im vorliegenden Entscheidungsfall ist das Ergebnis der Entscheidungsfindung für (einen Teil) der untersuchten Maßnahmen mit einer Entscheidung für oder gegen Umsetzung der Maßnahme gleichgestellt. Der Planungsprozess ist folglich vorangeschritten. Teilformalisierte oder formalisierte Verfahren sind hier angebracht.
- **Nachvollziehbarkeit**  
Je stärker die Anforderungen an Nachvollziehbarkeit, desto eher sollte eine Anwendung von teilformalisierten Verfahren in Betracht gezogen werden. Für die vorliegende Entscheidungssituation werden diese Anforderungen im Vergleich zu den üblichen Anforderungen an Entscheidungsverfahren in der Verkehrsplanung als nicht besonders hoch eingestuft. Wichtig ist die transparente Darstellung aller mit einer Handlungsalternative verbundenen Vor- und Nachteile, die die Entscheidungsfindung auch gerichtlich nachprüfbar macht.

Hieraus folgt, dass für die vorliegende Fragenstellung **formalisierte Verfahren am geeignetsten** sind. Nach (FGSV 2001A) sind für Entscheidungsverfahren kontrollierbare und kommunizierbare Festlegungen quantitativer Art anzustreben.

Ein erheblicher genereller **Nachteil von formalisierten Verfahren** ist, dass über die Wertsynthese gebildete Gesamtgröße Zielkonflikte, Problembereiche und tatsächliche Wirkungen nicht oder nur schwer ersichtlich sind (SCHEINER 2003). Ferner spiegelt sich „...in der starken Formalisierung nicht grundsätzlich nur das Postulat der Rationalität der Planung – und damit der intersubjektiven Überprüfbarkeit ihrer Vorgehensweise und Ergebnisse –, sondern auch die Neigung zur Überhöhung der formalen gegenüber der inhaltlichen Auseinandersetzung“ (SCHEINER 2003) wider.

Für die Lösung eines Entscheidungsproblems ist nicht zwingend ein einziges Wertsyntheseverfahren oder eine einzige Klasse der Wertsyntheseverfahren anzuwenden. Je nach Aufgabenstellung kann nach (FGSV 2010) durch eine „**Kaskade**“ von **Wertsyntheseverfahren** mit unterschiedlichen Merkmalen eine sehr transparente Bewertung erreicht werden.

### 3.4.3 Wertsynthese bei multikriteriellen Bewertungsverfahren

Für die Bestimmung der Lösung eines multikriteriellen Entscheidungsproblems mit mehreren Zielen wird bei komplexeren Entscheidungsproblemen auf mathematische Modelle oder festgelegte Regeln zurückgegriffen. Ersatzentscheidungskriterien ermöglichen die Synthese der Zielerreichungsgrade zu einem Gesamtwert. Im Folgenden werden verschiedene Ansätze für solche Ersatzkriterien dargestellt:

- **Zielunterdrückung**  
Es wird nur diejenige Zielgröße berücksichtigt, der vom Entscheider das größte Gewicht beigemessen wird.
- **Lexikographische Ordnung**  
Bei dieser Vorgehensweise werden die Alternativen nach der Rangordnung der verschiedenen Zielkriterien geordnet. Der Entscheider muss hierzu die einzelnen Zielgrößen nach ihrer Wichtigkeit eindeutig ordnen können. Diese Vorgehensweise impliziert, dass auch ein nur marginaler Vorteil für eine Zielgröße nicht durch die nächstwichtigeren Zielgrößen kompensiert werden kann.
- **Maximierung einer Zielgröße bei gegebenen Anspruchsniveaus für die übrigen Zielgrößen**  
Hierbei wird eine Zielgröße maximiert, unter der Voraussetzung dass die übrigen Zielgrößen befriedigende Werte nicht unterschreiten dürfen. Das Problem besteht vor allem darin, die Anspruchsniveaus festzulegen, da hiervon in besonderem Maße abhängt, ob eine „gute“ Lösung erreicht wird.
- **Zielgewichtung**  
Bei dieser Vorgehensweise wird die gewichtete Summe über alle Zielgrößen maximiert.
- **Goal-Programming**  
Wenn ausschließlich satisfizierende Teilziele vorhanden sind, kann Goal-Programming eingesetzt werden, um eine Nutzenfunktion abzuleiten. Hierbei wird für jede Zielgröße ein anzustrebendes Niveau festgelegt. Eine nicht erwünschte Abweichung wird mit Strafpunkten belegt.
- **Ordinale Methode**  
Paarweises Vergleichen aller Alternativen bzgl. aller Ziele. Eine häufig benutzte Regel ist die Majoritätsregel, die einen Abstimmungsprozess simuliert. Allerdings kann hierbei das Transitivitätskriterium verletzt werden, was insbesondere bei vielen Kriterien und Handlungsalternativen kaum zu vermeiden ist. Ein in der Verkehrsplanung nach diesem Prinzip angewandtes Verfahren ist das formalisierte Abwägungs- und Rangordnungsverfahren (FAR).

**Zielgewichtung** ist in der Verkehrsplanung der gängige Ansatz zur Lösung von (formalisierten) Entscheidungsverfahren. Sie erlaubt eine effiziente Bildung von Rangordnungen, wie sie für eine Dringlichkeitsbewertung benötigt werden. Die übrigen dargestellten Wertsyntheseverfahren sind dahingegen insbesondere bei vielen Maßnahmen und vielen Zielkriterien äußerst aufwendig, wenig transparent und/oder im Ergebnis nur bedingt konsistent. Im Folgenden werden daher ausschließlich die wesentlichen Aspekte der Zielgewichtung behandelt.

Im Rahmen der Zielgewichtung wird über eine **Transformation** der einzelnen Zielerreichungsgrade die Vergleichbarkeit von unterschiedlichen Wirkungsbeiträgen hergestellt und so eine Kompensation (Verrechnung) von Wirkungen ermöglicht.

Im ersten Schritt werden die im Rahmen der Wirkungsermittlung erfassten bzw. zu erfassenden Größen einzelner Indikatoren **normiert**. Durch die Normierung wird die Vergleichbarkeit zwischen verschiedenen Indikatoren hergestellt. Hierzu sind für die dimensionsbehafteten Zielerträge auf der Grundlage von spezifischen **Zielfunktionen** dimensionslose Zielerreichungsgrade auf einer für die Bewertung festzulegenden Skala zu ermitteln. Die Zielfunktion muss konsistent mit den Präferenzvorstellungen des Entscheidungsträgers sein.

Die **Skalierung** erfolgt in der Regel auf einer Intervallskala. Die Festlegung der Skala kann entweder global oder lokal erfolgen und orientiert sich an Referenzwerten, welche in der Regel die Extremwerte der gewählten Skala darstellen. Bei einer **lokalen Skalierung** werden die Extremwerte anhand der für die spezifische Entscheidungssituation ermittelten Wirkungsextreme festgelegt. Die **globale Skalierung** orientiert sich an den (vermuteten) äußersten Wirkungsextremen, die für die spezifische Entscheidungssituation aber nicht zwingend eintreten müssen. Vorteil der globalen Skalierung ist, dass weitere Handlungsalternativen problemlos nachträglich in das Kollektiv der Alternativen integriert werden können.

Über eine **Nutzenfunktion** werden die **Zielvorstellungen des Entscheiders** formal dargestellt. Diese ordnet nach (LAUX 2003) den einzelnen Alternativen eindeutige **Nutzwerte** zu und kann als Indikator für den Grad der Zielerreichung interpretiert werden. Es sind endogene und exogene Nutzenfunktionen möglich. Je komplexer die Präferenzfunktion, umso schwieriger wird die Anforderung der Nachvollziehbarkeit einzuhalten sein. In der Praxis werden häufig lineare Funktionen für die Zielfunktion verwendet.

Anschließend wird über die eigentliche **Zielgewichtung** die Bedeutung, die der Entscheidungsträger den einzelnen Zielen beimisst, wiedergegeben. Sie ist für sich eine komplexe Aufgabe, die entscheidenden Einfluss auf die gefundene Lösung des Entscheidungsproblems hat. Die Bestimmung der Gewichte ist wie die Festlegung der verfolgten Ziele und der Zielfunktionen eine subjektive Komponente im Verfahren. Die abschließende Festlegung fällt in die Zuständigkeit des Entscheidungsträgers. Die Festlegung der Gewichte lässt sich nach (SCHEINER 2003) daher kaum fachlich, sondern nur politisch-normativ begründen. Wer im Einzelnen am diskursiven Findungsprozess beteiligt sein sollte, ist ebenfalls eine politische Frage.

Die Festlegung der Zielgewichte kann z.B. auf **geltende Rechtsprechung, politische Beschlüsse, wissenschaftliche Erkenntnisse** oder auf die **Ergebnisse von Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen** gestützt werden. Die Gewichte müssen sowohl die wertmäßigen Distanzen der Präferenzunterschiede für die Ziele als auch die Bedeutung dieser Unterschiede für den Entscheider zum Ausdruck bringen (DCLG 2009). Bei der Festlegung der Zielgewichte sind dazu die Substitutionsbeziehungen (Trade-off) vom Entscheider explizit zu berücksichtigen (ADAM 1997). Gewichtungen müssen immer innerhalb des Kontextes des Entscheidungsverfahrens festgelegt werden, wenn sie sich auf normierte Nutzenbeiträge beziehen. Die Gewichtungen und die gewählten Zielfunktionen bilden eine Einheit. Gewichtungen müssen einen Bezug zum berücksichtigten Wirkungsspektrum aufweisen (IES 1998).

Kritikpunkt an der Zielgewichtung ist, dass durch die Verdichtung der Informationen sämtliche Kriterien ihre originäre Dimension verlieren. Hierdurch treten **Informationsverluste** auf, die die Nachvollziehbarkeit der Entscheidungsfindung beeinträchtigen. Um dem entgegenzuwirken, können ergänzende multikriterielle Wirkungsdarstellungen erfolgen. Ferner ist die abschließende Durchführung von Sensitivitätsuntersuchungen in Bezug auf die Zielgewichtung ein wesentlicher Schritt zur Verbesserung des Verständnisses über die Zusammenhänge des Verfahrens.

### 3.4.4 Grundformen von multikriteriellen Bewertungsverfahren

Häufig angewandte und anerkannte **multikriterielle Verfahren**, die auf dem Prinzip der Zielgewichtung beruhen, sind:

1. Nutzen-Kosten-Analyse (NKA),
2. Nutzwertanalyse (NWA) und
3. Wirksamkeits-Kosten-Analyse (WKA).

Diese Verfahren entsprechen den **Anforderungen an angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen** nach den Haushaltsgesetzen und -verordnungen auf Bundes-, Landes- und Gemeindeebene (FGSV 2010).

Für die Entscheidungsfindung können **Kombinationen von mehreren Verfahren** angewandt werden. Es gibt viele Beispiele für "gemischte" Verfahren, bei denen ein Teil der Auswirkungen monetarisiert, ein anderer Teil nur quantitativ oder qualitativ gemessen wird. In den meisten Fällen kommen Mischformen von Kosten-Nutzen- und Nutzwert-Analyse zur Anwendung, wenn auch in unterschiedlichen Ausprägungen (ECOPLAN ET AL. 2005).

Kritik an den genannten Verfahren besteht hinsichtlich der Verdichtung des multikriteriellen Problems auf ein einkriterielles Problem, das auch Belange grundsätzlicher Art miteinander verrechnet werden. Hierdurch wird das **Lernen über das Entscheidungsproblem** erschwert, da die Beteiligten nicht mehr in der Lage sind, das Problem von mehreren Seiten zu betrachten. (IES 1998). Diese Verdichtung ist allerdings Voraussetzung für eine eindeutige Rangreihung.

Die dargestellten multikriteriellen Verfahren zeigen in der Regel eine Robustheit gegenüber verschiedener Nutzenbeiträge und Gewichtungen auf. Die Begründung für diese gute **Verträglichkeit gegenüber Ungenauigkeiten** ist, dass die Zielerträge bei vielen Zielkriterien eine hohe statistische Korrelation aufweisen. Ferner werden Änderungen bei einzelnen Zielerträgen oft durch die Zielerträge bei den anderen Zielkriterien überlagert (DCLG 2009)

#### zu 1.: Methodik der Nutzen-Kosten-Analyse

Ein in der Verkehrsplanung häufig eingesetztes Verfahren ist die **Nutzen-Kosten-Analyse (NKA)**, bei der Wirkungsbeträge über eine Monetarisierung gewichtet werden. Hierbei werden alle Kostengrößen für Erstellung, Unterhaltung und Betrieb der Straßeninfrastruktur unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer allen, in Geldeinheiten ausgedrückten Nutzengrößen, gegenübergestellt. Vorteil dieses Verfahrens ist die gute Zugänglichkeit aufgrund des gewohnten Vergleichsmaßstabs und die Gewichtung über standardisierte bzw. allgemein anerkannte Kostensätze (FGSV 2010), (DCLG 2009). Als Kriterium für die Rangordnung kann entweder eine Nutzen-Kosten-Differenz (NKD) oder ein Nutzen-Kosten-Verhältnis (NKV) als Quotient der Nutzen- und Kostengröße gebildet werden. Durch die Verwendung der NKD werden eher größer dimensionierte Projekte bevorzugt (ROTHENGATTER 2006), (ECOPLAN ET AL. 2005).

#### **Würdigung der Nutzen-Kosten-Analyse**

Obwohl die NKA in der Literatur allgemein als zielführendes Instrument angesehen wird, weist es nach (KULKARNI ET AL. 2004) bestimmte praktische Einschränkungen auf, insbesondere wenn das Verfahren für ein großräumiges Programm mit vielen unterschiedlich gearteten Projekten entwickelt wird. Schwächen grundsätzlicherer Art werden von (SCHEINER 2003) bei der Schwierigkeit der monetären Bewertung von Gütern, die nicht den Gesetzmäßigkeiten des Marktes unterliegen, gesehen. Dies kann dazu führen, dass nicht alle relevanten Wirkungen berücksichtigt werden

können. Irreversible Folgen seien nicht bewertbar, da deren Kosten theoretisch unendlich sind. Auch liegen keine allgemein anerkannten monetären Bewertungen für Umwelteffekte in der gleichen Qualität wie für die Bewertung von Reisezeiten und Verkehrsunfällen vor. Weiterhin wird kritisiert, dass Wechselwirkungen zwischen Wirkungskomponenten allgemein nicht berücksichtigt werden (DCLG 2009). Die Brauchbarkeit von NKA für die Bewertung von komplexen Projekten wird nach (KOSSAK 2010) von unabhängigen Wissenschaftlern und Praktikern seit Jahrzehnten entschieden in Frage gestellt. Hauptkritikpunkte seien, dass meist nur selektive Teilaspekte/ Wirkungsbereiche der Thematik berücksichtigt werden und Manipulations-/Interpretationsspielräume bei den zugrunde gelegten Annahmen in weiten Grenzen ausgenutzt werden.

#### **zu 2. und 3.: Methodik der Nutzwertanalyse und Wirksamkeits-Kosten-Analyse**

Bei der **Nutzwertanalyse** (NWA) werden alle Wirkungen einschließlich Kosten als Wirkungsaspekt behandelt. Aus allen Teilwerten werden dimensionslose Zielerreichungsgrade ermittelt, die in der Regel unter Berücksichtigung von Zielgewichtungen zu einem Gesamtnutzwert addiert werden. Das multikriterielle Problem wird also zu einem monokriteriellen Problem verdichtet. Je höher der Gesamtnutzwert, umso geeigneter ist die Entscheidungsvariante. Aussagen zur Effizienz der Maßnahme sind infolge der Verrechnung der Kosten im Gesamtnutzwert nicht mehr möglich.

Bei der **Wirksamkeits-Kosten-Analyse** (WKA) werden die ermittelten Kosten der dimensionslosen Größe der Wirksamkeit gegenübergestellt. Die Wirksamkeit wird in der Regel mit Hilfe von Zielgewichtungen ermittelt. Auf die Monetarisierung der Nutzen wird ebenso wie bei der NWA verzichtet. Auch auf die Diskontierung der Kosten und Wirksamkeiten wird verzichtet. Wirksamkeiten werden für die Nutzungsdauer als jährlich konstant angesehen. Gesellschaftliche Kosten, die z.B. im Zusammenhang mit Umwelteffekten eintreten, erscheinen als negative Wirksamkeit. Im Kosten-Modell werden nur die periodisierten Ausgaben des Staates, Investitionsausgaben und Folgekosten, aufgeführt (ROTHENGATTER 2006). Über die Bildung von Wirksamkeits-Kosten-Quotienten ist eine Rangreihung der Maßnahmen möglich. Ähnlich wie beim NKV werden über diesen Quotient kleiner dimensionierte Projekte bevorzugt (ROTHENGATTER 2006).

#### **Würdigung der Nutzwertanalyse und Wirksamkeits-Kosten-Analyse**

Ein Vorteil von NWA und WKA ist, dass die Einschränkungen bezüglich der berücksichtigten Wirkungsbereiche im Vergleich zum NKA geringer sind. Ein wichtiger Kritikpunkt in Bezug auf die NWA und die WKA im Vergleich zur NKA ist die Verwendung von Zielgewichtungen, da hierdurch starke (subjektiv geprägte) Wertungen vorgenommen werden (ROTHENGATTER 2006). Nach (DCLG 2009) gilt dahingegen, dass, wenn Kosten und Nutzen angemessen monetarisiert werden können, diese Informationen auch für die Zielgewichtung in NWA oder NKA herangezogen werden können. Ein wesentlicher Nachteil gegenüber der NKA ergibt sich in diesem Punkt demnach nicht. Ein Abgleich der gewählten Nutzenfunktionen und Gewichtungen mit Monetarisierungsansätzen ist bei der NWA darüber hinaus für eine gute Entscheidungsfindung zielführend, da durch die Umwandlung von Kostenkomponenten in Nutzenpunkte auch eine indirekte Monetarisierung von Nutzenbeiträgen stattfindet.

#### **3.4.5 Auswahlverfahren zur Festlegung der Handlungsalternative**

Die Auswahl der Maßnahmen, die aus dem Gesamtkollektiv der bewerteten Maßnahmen zur Realisierung gebracht werden sollen, kann anhand einer Rangreihung unter Berücksichtigung des verfügbaren Budgets erfolgen. Dabei werden die Maßnahmen in abnehmender Reihenfolge ihres Gesamtnutzens ausgewählt, bis das verfügbare Budget durch die summierten Kosten für die einzelnen bereits gewählten Maßnahmen überschritten wird. Die Maßnahme, die zum Abbruch der

Auswahlroutine führt, gehört nicht mehr zum Kollektiv der finanzierbaren Maßnahmen. Diese Vorgehensweise ist in der Entscheidungstheorie als **Greedy Algorithmus** bekannt (KELLERER ET AL. 2004).

Allerdings führt diese Vorgehensweise nicht zwingend zum optimalen (bei vorgegeben Budget maximalen) Nutzen (MENESES ET AL. 2010). Theoretisch führt der Greedy Algorithmus zu einem Gesamtnutzen, der mit Sicherheit nur mindestens halb so hoch ist wie der optimale Nutzen (KELLERER ET AL. 2004). Das Problem, wie ein optimaler Gesamtnutzen bei einem begrenzten Budget erreicht werden kann, ist in der Entscheidungstheorie als **Knapsack-Problem (KP)** bekannt. Das KP betrachtet die Entscheidung als Optimierungsproblem.

Zur Lösung dieses Problems werden Ansätze aus dem Bereich Dynamic Programming und Branch-and-bound-Verfahren angewandt. Voraussetzung für die Formalisierung ist die Quantifizierbarkeit des gesamten Nutzenbeitrags. Rein qualitative Nutzenaspekte können nicht berücksichtigt werden.

Bereits diese einfachste Variante des KP gehört zu der Klasse der komplexen Probleme (KELLERER ET AL. 2004). Es gibt verschiedene KP-Varianten, die unterschiedlich gelagerte Entscheidungsprobleme wiedergeben. Multiple Knapsack-Probleme (MKP) sind die Erweiterung von einem auf mehrere Knapsack-Probleme, z.B. wenn die Auswahl über mehrere Perioden erfolgt. Mit dem Quadratic Knapsack-Problem (QKP) können Abhängigkeiten zwischen Maßnahmen bezüglich ihrer Nutzenbewertung formuliert werden. Das Multiple-Choice Knapsack-Problem (MCKP) erlaubt die Einbeziehung von Maßnahmenalternativen bei der Suche nach dem optimalen Nutzen. Multi-periode KP (MPKP) behandeln Entscheidungsprobleme, bei denen Budgetperioden beachtet werden müssen. Unsicherheiten können über stochastische Ansätze in ein KP integriert werden.<sup>28</sup>

### Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 3.4: Verfahren im Kontext einer Dringlichkeitsbewertung

- ⇒ Im vorliegenden Kontext der Entscheidungsfindung ist ein **multikriterielles Verfahren** erforderlich.
- ⇒ Das Verfahren sollte geeignet sein, **quantitative und qualitative Informationen** zu verarbeiten.
- ⇒ Die zeitliche Variabilität und die vorhandenen Unsicherheiten der hier relevanten Wirkungen führen zu dynamischen und stochastischen Verfahren. Aufgrund der erheblich höheren Komplexität dieser beiden Verfahrensvarianten ist zu prüfen, ob durch eine **Abstrahierung der zeitlichen Variabilität und der Unsicherheit** auch über ein statisches und/oder deterministisches Verfahren eine ausreichende Qualität der Entscheidungsfindung sichergestellt werden kann.
- ⇒ Für die Wertsynthese ist eine **Zielgewichtung** zu berücksichtigen.

<sup>28</sup> Für weitere Varianten und eine nähere Beschreibung dieser Varianten wird auf (KELLERER ET AL. 2004) verwiesen.

### 3.5 Güte der Entscheidung

#### 3.5.1 Strukturierungsgrad von Entscheidungsproblemen

Das hier betrachtete Entscheidungsproblem ist komplex und kann nicht ohne Verluste an Abbildungsgenauigkeit unmittelbar in ein Bewertungsverfahren übertragen werden. Ein hoher **Strukturierungsgrad** des Entscheidungsproblems verbessert die Abbildungsgenauigkeit und damit die Güte der Entscheidung.

Folgende Merkmale eines **gut strukturierten Entscheidungsproblems** werden von (ADAM 1997) genannt:

- **Art und Anzahl der Variablen des Problems sind eindeutig bekannt**, gegeben sind zudem alle Beziehungen zwischen den Variablen, sodass die Menge der Lösungen eines Problems vollständig definiert ist. Der Entscheider muss keine neuen Lösungen für das Problem finden.
- Es ist eine operationale, d.h. **eindimensionale Zielfunktion** gegeben, die es erlaubt, die Alternativen nach dem Grad ihrer Vorziehungswürdigkeit zu ordnen. Voraussetzung dafür ist allerdings, dass sich die Wirkungen (Handlungskonsequenzen) dieser Alternativen in der Dimension der Zielfunktion bewerten lassen.
- Die optimale Lösung kann mit Hilfe eines **effizienten Lösungsverfahrens** bestimmt werden. Effizient ist das Verfahren dann, wenn die günstigste Entscheidungsalternative auf systematische Weise in einer annehmbaren Zeit identifiziert werden kann.

In Abhängigkeit von der Struktur der Entscheidungssituation, beschrieben durch Eigenschaften von Daten, Variablen, Wirkungszusammenhängen und Zielsetzungen, werden verschiedene Typen von **Strukturdefekten** unterschieden, die bei der Aufstellung eines Entscheidungsverfahrens im Rahmen eines Modellierungs- und Abstraktionsprozesses möglichst zu überwinden sind (SCHOLL 2001).

Ein Entscheidungsproblem ist **abgrenzungsdefiniert**, wenn die Menge der Handlungsalternativen und die grundsätzlichen Ziele vollständig bekannt sind (bzw. diese ermittelt oder sinnvoll eingeschränkt werden können). Ist dies nicht der Fall, so liegt ein **Abgrenzungsdefekt** vor.

Sind die dem Entscheidungsproblem zugrunde liegenden Daten und/oder die Wirkungszusammenhänge nicht bekannt oder unsicher, bezeichnet (SCHOLL 2001) dies als ein **wirkungsdefektes Problem**. Die Berücksichtigung der Unsicherheit von Daten lässt sich allerdings nicht nur diesem Strukturierungsschritt zuordnen.

Die Alternativen sind nach einem oder mehreren Kriterien, die aus den grundsätzlichen Zielen abgeleitet werden, zu bewerten. **Bewertungsdefekte** treten auf, wenn der Beitrag einer Alternative zur Erreichung eines Ziels nicht (unmittelbar) oder nicht hinreichend genau quantifiziert werden kann.

Sind für das Entscheidungsproblem mehrere konfliktäre Ziele relevant oder steht das anzustrebende Niveau der Zielgröße nicht fest, wird von einem **Zielsetzungsdefekt** gesprochen. In der Regel kann in diesem Fall trotz Bewertungsdefiniertheit eines Problems keine Handlungsalternative als optimal identifiziert werden. Ein Entscheidungsproblem wird als **zielsetzungsdefiniertes** oder **wohl-definiertes Problem** bezeichnet, wenn nur eine operationale Zielsetzung zu beachten ist, mehrere, aber zueinander komplementäre Zielsetzungen vorliegen oder wenn sich ein Zielkonflikt eindeutig lösen lässt. In diesem Fall lässt sich das Problem als einkriterielles Optimierungs- oder Entscheidungsmodell definieren.



**Lösungsdefekte** liegen vor, wenn keine effizienten Lösungsmethoden gegeben sind. Es handelt sich dann um einen geringen Grad an Strukturdefekten. Zur Klasse der lösungsdefekten Probleme gehören auch die kombinatorischen Probleme (Reihenfolgeprobleme). In der Regel verfügen Reihenfolgeprobleme über eine Struktur, die eine vollständige Enumeration aller möglichen Reihenfolgen erfordert, damit die optimale Lösung gefunden werden kann. Für Probleme mit einer größeren Anzahl zu ordnender Elemente ist dies rechnerisch nicht zu bewältigen. Das Verfahren ist mithin nicht effizient. Probleme dieser Art können nur dann gelöst werden, wenn das Problem vereinfacht wird. Das vereinfachte Problem umfasst dann nicht mehr sämtliche Beziehungen zwischen den Alternativen (ADAM 1997).

Im Zuge eines Strukturierungsvorgangs sind Defekte im Allgemeinen durch Problemvereinfachungen aufzulösen. Das Auffinden von geeigneten Lösungstechniken erfordert dabei stets eine Abwägung zwischen vertretbarem Aufwand für die Lösung des Entscheidungsproblems und der Qualität der Lösung des eigentlichen Problems. Die Strukturierung eines Entscheidungsproblems ist daher ein **heuristischer Prozess**, der nicht formallogisch begründbar ist. Für das Ergebnis der Strukturierung eines bestimmten Entscheidungsproblems mit Strukturdefekten besteht keine eindeutig richtige oder optimale Lösung (ADAM 1997).

Heuristiken reduzieren den Umfang komplexer Probleme, indem sie einen Teil der potenziellen Lösungen aus der Analyse ausschließen. Heuristiken führen in der Regel nicht zur optimalen Lösung des Problems, erzeugen bestenfalls eine **zulässige Näherungslösung**. Es kommt damit darauf an, das Problem lösbar zu machen, ohne die wesentlichen Beziehungen zwischen Elementen des Problems zu abstrahieren.

Im Idealfall kann ein schlecht strukturiertes Entscheidungsproblem in ein wohlstrukturiertes Problem transformiert werden, für das mit Hilfe eines monokriteriellen deterministischen Entscheidungs- oder Optimierungsmodells eine optimale Lösung ermittelt werden kann, ohne dass hierbei die wichtigen Problemeigenschaften verloren gehen.

### 3.5.2 Ansätze zur Berücksichtigung von Unsicherheit

Die Möglichkeiten, Unsicherheiten in Planungsansätzen zu berücksichtigen, lassen sich grob in direkte und indirekte Methoden einteilen. **Direkte Methoden** verwenden den vorhandenen Informationsstand (Szenarien, ggf. Eintrittswahrscheinlichkeiten) explizit und möglichst vollständig. **Indirekte Methoden** berücksichtigen für jeden unsicheren Parameter einen (deterministischen) Ersatzwert und versuchen das durch Unsicherheit entstehende Planungsrisiko mit anderen Mitteln (z.B. rollierende Planung, Aggregation, erhöhter Aufwand bei der Informationsbeschaffung) gering zu halten (SCHOLL ET AL. 2000).

In der Literatur finden sich viele Ansätze und Beispiele, wie Unsicherheit über **stochastische Ansätze** in Wertsyntheseverfahren implementiert werden kann. Bei Unsicherheit wird dabei die Präferenzfunktion die Einstellung des Entscheiders zum Risiko abbilden. Eine einfache Form der expliziten Berücksichtigung von Unsicherheit bildet das **( $\mu$ ,  $\sigma$ )-Prinzip**. Hierbei wird die Standardabweichung (bzw. die Varianz) des Ergebnisses als Maß für das Risiko verwendet und der Präferenzwert einer Alternative wird über den Erwartungswert ( $\mu$ ) und die Standardabweichung ( $\sigma$ ) abgebildet (LAUX ET AL. 2011). Das ( $\mu$ ,  $\sigma$ )-Prinzip setzt voraus, dass sich der Entscheider nur an einer Zielgröße orientiert. Anstatt dieser Verdichtung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Ergebnisse durch die implizite Berücksichtigung können die Eintrittswahrscheinlichkeiten auch explizit berücksichtigt werden. Eine Möglichkeit stellt das **Bernoulli-Prinzip** dar. Hierbei wird das eigentliche Entscheidungsproblem vereinfacht, indem in einem ersten Schritt nur drei mögliche Ergebnisse vom Entscheider subjektiv gegeneinander abzuwägen sind. Anhand dieser Ergebnisse wird eine Nutzen-

funktion bestimmt, die den Ergebnissen reelle Nutzenwerte zuordnet. Darauf aufbauend, wird mit Rechenoperationen die optimale Alternative anhand des höchsten Erwartungswertes des Nutzens für das eigentliche komplexere Entscheidungsproblem ermittelt (LAUX ET AL. 2011).

Einer der ersten in der Praxis anwendbaren Ansätze, die darauf abzielten, den Entscheidungsträger in die Lage zu versetzen, multikriterielle Entscheidungsprobleme zu betrachten, basierte auf der Arbeit von Keeney und Raiffa, die 1976 veröffentlicht wurde. Dieser Ansatz berücksichtigte bereits Unsicherheit und wurde seitdem, obwohl komplex, vielfach angewandt (DCLG 2009).

Insbesondere bei der qualitativen Darstellung von Wirkungen sind stochastische Ansätze problematisch, weil diese nur dann eindeutig sind, wenn die verschiedenen an der Entscheidung beteiligten Personen den jeweiligen Begriffen oder Beschreibungen dieselbe inhaltliche Bedeutung beimessen. Diese Voraussetzung ist aber gerade bei der Darstellung von Wahrscheinlichkeitsvorstellungen in der Regel nicht erfüllt. Nach (LAUX 2003) haben empirische Untersuchungen gezeigt, dass Wahrscheinlichkeitsvorstellungen, die durch dieselbe verbale Beschreibung (z.B. das Eintreten einer Situation wird als „sehr unwahrscheinlich“ bezeichnet) dargestellt werden, sich von Person zu Person erheblich unterscheiden.

Entscheidungen auf der Grundlage von **stochastischen Verfahren** sind möglich, in der Regel aber **aufwendig**. Um diesen Aufwand reduzieren zu können, können nach (ADAM 1997) zwei Wege beschritten werden:

- Das Spektrum der zufallsabhängigen Informationen wird auf einen mittleren Wert verdichtet (**Durchschnittsprinzip**).
- Für die Zufallsgrößen wird ein bestimmtes **einzuhaltendes Sicherheitsniveau** formuliert. Lösungen sollen z.B. eine Restriktion mit einer Wahrscheinlichkeit von 80 % einhalten. Das zufallsabhängige Ausgangsproblem wird dann in ein deterministisches Problem transformiert.

Für Entscheidungsprobleme im Allgemeinen ist es praktischer, die Unsicherheit nicht explizit zu modellieren, sondern durch **Sensitivitätsuntersuchungen** die Auswirkungen von Unsicherheiten bezüglich der Wirkung der Maßnahmen auf die Robustheit der ermittelten Rangreihung zu testen (DCLG 2009).

Bei **Risikoanalysen** werden zur Reflektion von Unsicherheiten bei wesentlichen Inputgrößen Profile erstellt. Dies kann analytisch oder über Simulationen, z.B. mit Hilfe von Tabellenkalkulationsprogrammen, erfolgen (DCLG 2009). In der Literatur wird die Sicherheitsanalyse in bis zu sechs Schritte untergliedert:

- Auswahl der unsicheren Inputgrößen
- Schätzung der Wahrscheinlichkeitsverteilungen der Inputgrößen
- Generierung von Inputdaten aus den Verteilungen
- Berechnung der Outputgröße für eine Datenkonstellation
- Ableitung des Risikoprofils
- Entscheidung auf der Basis des Profils

Durch die Risikoanalyse werden Informationen bereitgestellt, die auch für die klassischen Entscheidungsprinzipien wie das  $(\mu, \sigma)$ -Prinzip erforderlich sind. Die Risikoanalyse ermöglicht es, eine große Anzahl an unsicheren Informationen und sich daraus ergebenden Zukunftslagen in die Entscheidungsfindung einzubeziehen. Existieren zwischen den Ausprägungen der verschiedenen Inputgrößen stochastische Abhängigkeiten, so sind diese zu berücksichtigen. Diese sind im Allgemeinen aber kaum bestimmbar. Die analytische Ableitung einer Verteilungsfunktion der

Nutzen (Risikoprofil) bei vielen unsicheren Inputgrößen bereitet nach (ADAM 1997) fast unlösbare Probleme.

Die **Simulation** ist hingegen an weitaus weniger Restriktionen gebunden. Die Simulation ist häufig der letzte Weg zur Bewertung von Handlungsalternativen in komplexen Systemen, wenn sich die Systeme nicht in effizienten, auswertbaren, analytischen Modellstrukturen abbilden lassen oder wenn diese Modelle grobe Abbildungsungenauigkeiten aufweisen. Da der Rechenaufwand sehr groß ist, wird häufig eine künstliche Beschränkung der zu analysierenden Datensituationen vorgenommen (z.B. Dreipunktanalyse mit einem pessimistischen, optimistischen und am häufigsten erwarteten Wert). In diesen Fällen liefert die Simulation aber nur einen groben Schätzwert für das Risikoprofil.

(ADAM 1997) stellt **weitere Ansätze**, wie z.B. Verfahren beruhend auf Fuzzy-Logik, dar, die hier aufgrund der damit verbundenen Handhabungsschwierigkeiten und kaum oder nicht vorhandenen Anwendungsbeispielen in der Verkehrsplanung nicht weiter betrachtet werden.

### 3.5.3 Robustheit der Entscheidungsfindung

In der Praxis wird die Entscheidungsfindung auf Grundlage von vereinfachten Abbildungen der Wirklichkeit und unvollständigen oder ungenauen Datengrundlagen stattfinden. Sie beruht auf Annahmen über Zusammenhänge zwischen technischen, zeitlichen, ökonomischen, verkehrlichen, räumlichen und sonstigen Wirkungen. Mit wachsender Ausdehnung der Zeithorizonte sind diese Aussagen zunehmend mit Unsicherheiten behaftet. Sie sind zudem allein schon deshalb mit Unsicherheiten behaftet, da ihnen Annahmen über individuelles Verhalten und dessen Einflussgrößen zugrunde liegen.

Wie bereits gezeigt, bestehen verschiedene methodische Ansätze, die eine Berücksichtigung von Unsicherheiten im Verfahrensablauf erlauben. Der praktischen Anwendung dieser Methoden sind in der Verkehrsplanung aufgrund der erforderlichen Informationsversorgung in der Regel enge Grenzen gesetzt, da bei vielen Parametern unsichere Wirkungen untersucht und bewertet werden müssen. Aus Vereinfachungsgründen werden die möglichen Datensituationen daher häufig bewusst oder unbewusst zu einem (Erwartungs-)Wert verdichtet und die Bewertung auf dieser Grundlage durchgeführt (**Durchschnittsprinzip**). Diese Vorgehensweise bedarf aber einer sehr sorgfältigen Festlegung des Erwartungswerts und kann zu grob fehlerhaften Entscheidungen (ADAM 1997) führen.

Prinzipiell bestimmt die gewünschte Genauigkeit der gesuchten Problemlösung das mögliche Ausmaß der Abstraktion. Ein hohes Abstraktionsniveau ist dann unkritisch, wenn vernachlässigte Elemente einen geringen Einfluss auf die Güte von Lösungen haben. Das Vorhandensein von Unsicherheiten ist bei der Entscheidungsfindung daher nicht zwingend relevant. Unsicherheiten werden aber dann relevant, wenn eine auf dieser Grundlage getroffene Entscheidung zu einem Risiko (aus Sicht des Entscheidungsträgers) führt. Der **Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers** kommt daher eine wichtige Bedeutung zu.

Die **Robustheit** als Eigenschaft eines Entscheidungsverfahrens hat in diesem Zusammenhang eine zentrale Bedeutung. Unter Robustheit wird in Anlehnung an (SCHOLL 2001) allgemein die Unempfindlichkeit eines Objekts bzw. Systems gegenüber (zufälligen) Umwelteinflüssen verstanden. Diese Unempfindlichkeit bezieht sich auf das Ergebnis des Verfahrens, die Entscheidungsgrundlage.

Nach (SCHOLL 2001) lässt sich die Robustheit nach folgenden Aspekten differenzierter fassen:

- Von hoher Robustheit eines Systems kann ausgegangen werden, wenn es für (fast) alle denkbaren Umweltentwicklungen sehr stabil ist (das System also eine hohe **Stabilität**

aufweist). In diesem Fall ist das System weitgehend unabhängig von Variationen aufgrund von Unsicherheiten.

- Robustheit kann aber auch bei unzureichender Stabilität des Systems gegeben sein. Wenn das System eine ausreichende Elastizität aufweist, sodass ggf. notwendige Anpassungen möglich sind, ohne dass hierdurch die verfolgten Ziele maßgeblich beeinträchtigt werden. In diesem Fall ist also ein ausreichendes Maß an **Flexibilität** im System erforderlich, damit vorhandene Elastizitäten auch genutzt werden können.

In der Praxis wird ein Entscheidungsverfahren sowohl ein bestimmtes Maß an Stabilität als auch an Flexibilität aufweisen müssen, damit es als robust angesehen werden kann.

Die Flexibilität kann also maßgeblich zu der Robustheit eines Systems beitragen. Allerdings bewirkt die Flexibilität nicht nur eine höhere Robustheit, indem Entscheidungen nachträglich modifiziert werden können, sondern in der Folge auch eine **Planungsnervosität**, die in der Regel unerwünscht sein wird. Der Begriff der Planungsnervosität beschreibt, dass im Zeitverlauf erhebliche Änderungen bisher geplanter, aber noch nicht realisierter Entscheidungen möglich sind. Die (vorläufigen) Entscheidungen sind in solchen Fällen instabil, sodass sowohl die Akzeptanz als auch der Ablauf der Realisierung beeinträchtigt werden können. Diese Beeinträchtigungen dürfen bei der vorliegenden Aufgabenstellung nicht außer Acht gelassen werden. Aufgrund der teilweise mit hohem Aufwand verbundenen Vorbereitungen zur Maßnahmenrealisierung wird eine möglichst frühzeitige **Planungssicherheit** angestrebt. In diesem Fall muss also abgewogen werden, ob teilweise oder gänzlich auf eine mögliche Flexibilität (und damit ggf. Robustheit) verzichtet wird.

(SCHOLL 2001) definiert verschiedene Robustheitskriterien, die für die Konkretisierung des Robustheitsbegriffs verwendet werden:

- **Ergebnisrobustheit:** Ergebnisrobustheit ist gegeben, wenn das Ergebnis mit hoher Wahrscheinlichkeit ein angestrebtes Anspruchsniveau erreicht.
- **Zulässigkeitsrobustheit:** Ein Entscheidungsverfahren ist zulässigkeitsrobust, wenn das Ergebnis innerhalb der möglichen Ausprägungen aufgrund von Unsicherheit zulässig (umsetzbar) ist.
- **Informationsrobustheit:** Dieses Kriterium bezieht sich auf die Unempfindlichkeit eines Entscheidungsverfahrens gegenüber Güte und Umfang der verwendeten Informationen. Die Informationsrobustheit steht in engem Zusammenhang mit den übrigen Robustheitskriterien.

Der Informationsstand ist im Allgemeinen nicht unveränderlich. Der Entscheider kann aktiv zur **Verbesserung des Informationsstands** beitragen, indem zusätzliche Informationen beschafft werden. Die Beschaffung von Informationen kann dabei sowohl durch die Erlangung zusätzlicher Rohdaten als auch durch eine weitergehende Verarbeitung von bereits vorliegenden Daten (z.B. durch detailliertere Wirkungsberechnungen) erfolgen. Die Beschaffung von zusätzlichen Informationen kann u.a. sinnvoll sein, wenn hierdurch die Wirkungen der Alternativen genauer abgeschätzt und/oder Wahrscheinlichkeitsurteile über Umweltzustände verbessert werden können. Die Beschaffung von Informationen ist aber im Allgemeinen mit Aufwand (Kosten, Arbeit, Zeit...) verbunden.

Voraussetzung für die Beschaffung von Informationen ist demnach, dass der Aufwand für die Beschaffung einer Information geringer eingestuft wird als der hierdurch erreichte Nutzen. Im vorliegenden Fall mit mehreren, teilweise voneinander abhängigen Indikatoren, für die Informationen benötigt werden, kann weder der Wert noch der Nutzen einer Information abschließend bestimmt werden. Es sind also (erhebliche) Vereinfachungen bei der Festlegung eines optimalen

Informationszustandes erforderlich. Der Beitrag von Informationen an der Reduzierung der Wahrscheinlichkeit von Fehlentscheidungen (insbesondere in Bezug auf die Aufnahme oder Nicht-Aufnahme einer Maßnahme in ein Bauprogramm) ist daher eine wesentliche Bezugsgröße für den Informationswert.

Die zeitliche Reichweite einer Entscheidung ist ein wesentliches Merkmal, welches bei den Festlegungen bezüglich des geeigneten Entscheidungsverfahrens zu berücksichtigen ist. Durch Ansätze der **rollierenden Entscheidungsverfahren** kann die Robustheit des Verfahrens verbessert werden. Bei einer rollierenden Planung wird im Vergleich zur Anschlussplanung die Entscheidung in kürzeren Perioden durchgeführt, wobei lediglich die Realisierung von Maßnahmen bis zur nächsten Entscheidung verbindlich festgelegt wird. Die Entscheidungen bezüglich Maßnahmen, die erst später realisiert werden, sind vorläufiger Natur. Auf diese Weise können aktuelle und verbesserte Informationen (z.B. infolge der Konkretisierung der Maßnahmenplanung) besser berücksichtigt werden.

### Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 3.5: Güte der Entscheidung

- ⇒ Das hier behandelte Entscheidungsproblem ist Wirkungs- und Lösungsdefekt. Die Entwicklung eines Verfahrens zur Entscheidungsfindung hat über **Heuristiken** zu erfolgen.
- ⇒ Die Berücksichtigung von Unsicherheit über direkte Methoden stellt hohe Anforderungen an die Informationsversorgung und erschwert die Nachvollziehbarkeit der Ergebnisse. Für die Entwicklung eines Verfahrens zur Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen wird daher die **Berücksichtigung von Unsicherheit über indirekte Methoden** bevorzugt.
- ⇒ Eine vollständige Bewältigung von Unsicherheiten wird in der Praxis nicht möglich sein. Aus diesem Grund wird der **Robustheit des Entscheidungsverfahrens** eine zentrale Bedeutung zugemessen.
- ⇒ Die **Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers** ist für die Bestimmung der erforderlichen Robustheit des Verfahrens entscheidend.

## 3.6 Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Gezeigt wurde, dass für ein Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung keine einzig richtige oder optimale Lösung besteht. Durch Strukturierung nach **heuristischen Planungsprinzipien** ist das Verfahren in ein möglichst wohlstrukturiertes Problem, welches Plausibilitätsaspekten genügt, zu transformieren.

Bei der Gestaltung des Verfahrens hat der Entscheidungsträger **Gestaltungsfreiheit**. Für eine rationale Entscheidungsfindung sind die Vor- und Nachteile von Handlungsalternativen unter Berücksichtigung der von der Planung berührten Belange zu bewerten.

Das zu entwickelnde Verfahren muss eine **konsistente, fehlerfreie und nachvollziehbare** Bewertung ermöglichen. Das Verfahren soll dabei auf eine **effiziente und flexible** Weise zur Auswahl einer **zulässigen, absolut und relativ vorteilhaften Handlungsalternative** führen.

Damit praxisorientierte Hinweise zur Entwicklung einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung entwickelt werden können, ist das **Fundamentalziel** des Verfahrens in seinen grundlegenden Ausprägungen festzulegen.

Bei der Entwicklung eines Bewertungsverfahrens sind, aufbauend auf einer Analyse des Kontextes der Entscheidung und der Handlungsalternativen, ein **Ziel- und Wirkungssystem** sowie ein **Verfahren zur Bewertung, Wertsynthese und Maßnahmenauswahl** festzulegen.

Die Ausarbeitung eines **Ziel- und Wirkungssystems** ist die Grundlage für eine geordnete Bewertung. Die Festlegung des Zielsystems ist ein normativer Prozess und Aufgabe des jeweiligen Entscheidungsträgers. Eine allgemein gültige Definition des Zielsystems ist daher nicht möglich. Die Zielsystematisierung hat in der Verkehrsplanung allerdings einen hohen Entwicklungsstand erreicht, sodass weitestgehend auf bekannte Zielsysteme aufgebaut werden kann. Die Festlegung des Wirkungssystems kann nicht losgekoppelt von der Festlegung des Zielsystems erfolgen.

Die Festlegung des **Betrachtungszeitraums** hat einen maßgeblichen Einfluss auf die Güte der Bewertungsergebnisse. Bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung erschweren die erheblichen Unterschiede bei den Nutzungsdauern und der periodischen Wiederholung der Entscheidungsfindung die Wahl eines geeigneten Betrachtungszeitraums. Für die Bewertung ist die **Vergleichbarkeit** der ermittelten Wirkungen zwischen den betrachteten Maßnahmen(arten) sicherzustellen. **Interne und externe Wirkungsinterdependenzen** sind zu identifizieren und, wenn vorhanden, deren Einfluss über Koordinationsmechanismen zu berücksichtigen. Dies kann z.B. durch eine iterative Gestaltung des Entscheidungsprozesses oder die Koordinierung von Entscheidungen verschiedener Entscheidungsträger erfolgen.

Zur Berücksichtigung der Anforderungen an **Nachvollziehbarkeit** und **Effizienz** sind für das Verfahren **Vereinfachungen** erforderlich. Vereinfachungen haben Einfluss auf die Güte der Bewertungsergebnisse.

**Vereinfachungen** können erreicht werden, indem für das Verfahren nur **maßgebliche Ziele und Wirkungen** aufgenommen werden, die **Anzahl der bewertungsrelevanten Entscheidungsklassen** und die Anforderungen an die **Genauigkeit** des Entscheidungsverfahrens auf ein vertretbares Maß reduziert werden und wenn es gelingt, die **Anzahl der Handlungsalternativen**, die einer (vollständigen) Wirkungsermittlung unterzogen werden, zu begrenzen.

Bei der Entwicklung eines Bewertungsverfahrens ist vor dem Hintergrund der vorhandenen **Unsicherheiten** der **Robustheit** besondere Aufmerksamkeit zu widmen. Das erforderliche Robustheitsmaß wird vom jeweiligen Entscheidungsträger bestimmt, und hängt im Wesentlichen von der **Risikoeinstellung** des Entscheidungsträgers ab.

Für die **Gestaltung des Verfahrens** wurde in diesem Kapitel abgeleitet, dass das Verfahren bei dem gegebenen Kontext des Entscheidungsproblems im Kern einen **multikriteriellen** Ansatz erfordert. Hierbei wird die **Zielgewichtung** als Ansatz für die Synthese von mehreren Nutzenbeiträgen berücksichtigt. Das Verfahren muss dabei sowohl **quantitative** als auch **qualitative Informationen** verarbeiten können. Eine vollständige Begegnung der unsicheren Entscheidungssituation durch stochastische Ansätze ist nicht zielführend. **Indirekte Methoden** wie Sensitivitätsanalysen oder Risikountersuchungen sind bei den weiteren Betrachtungen einzubeziehen. Aufgrund der Dynamik von Wirkungen sind **dynamische Verfahren** grundsätzlich geeignet. Die hohe Anzahl an Maßnahmen erfordert ferner **einen hohen Formalisierungsgrad** des Verfahrens.

## **Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung**

folgend aus den methodischen Grundlagen für die Entwicklung von Bewertungsverfahren

### **Die Hinweise zur Verfahrensentwicklung sollen**

- ➔ die Gestaltungsfreiheit des Entscheidungsträgers widerspiegeln,
- ➔ die Verfahrensentwicklung nach heuristischen Planungsprinzipien berücksichtigen,
- ➔ der Entwicklung eines geeigneten Ziel- und Wirkungssystems dienen,
- ➔ die Festlegung der wesentlichen Elementen des Bewertungsverfahrens unterstützen,
- ➔ Grundstrukturen für den Verfahrensablauf aufzeigen und
- ➔ die Verfahrensziele und -anforderungen berücksichtigen.

### **Die Hinweise sollen die Entwicklung eines Verfahrens ermöglichen, dessen Bewertungsergebnis:**

- ➔ die Auswahl einer zulässigen, absolut und relativ vorteilhaften Handlungsalternative ermöglicht.

### **Die Hinweise sollen zu Verfahren führen, die:**

- ➔ eine konsistente,
- ➔ fehlerfreie und
- ➔ nachvollziehbare Bewertung von Handlungsalternativen ermöglichen,
- ➔ flexibel und
- ➔ effizient sind und
- ➔ robuste Entscheidungsgrundlagen liefern.

---

## 4 Bewertungsverfahren mit Elementen einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung

---

### 4.1 Vorbemerkungen

Nachfolgend werden ausgewählte Beispiele für Verfahren zur Entscheidungsfindung, die im Zusammenhang mit der Priorisierung und Auswahl von Straßenbaumaßnahmen relevant sind, kurzgefasst dargestellt.

Anhand der in **Deutschland etablierten Verfahren zur Maßnahmenbewertung** werden Rahmenbedingungen für eine maßnahmenartübergreifende Bewertung aufgezeigt (**Abschnitt 4.2**). Insbesondere sind bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung die vorgelagerten Bewertungsverfahren zur Nutzung möglicher Synergie-Effekte und zur Vermeidung von widersprüchlichen Entscheidungen zu berücksichtigen. Ferner liefern diese Verfahren wichtige Hinweise zu den in Deutschland anerkannten Vorgehensweisen, Zielsysteme und Bewertungskriterien.

Anschließend werden verschiedene weitere Verfahren, die in Deutschland **zum Zweck einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung entwickelt worden** sind, behandelt (**Abschnitt 4.3**). Auf der Basis einer kritischen Würdigung dieser Verfahren werden zielführende Ansätze für diese Arbeit aufgezeigt.

Schließlich werden exemplarisch verschiedene **im Ausland angewandte, anerkannte Verfahren dargestellt** (**Abschnitt 4.4**). Es wurden solche Verfahren gewählt, die methodisch von den in Deutschland etablierten Verfahren abweichen. Hierdurch wird das Spektrum der methodischen Ansatzpunkte für die vorliegende Arbeit erweitert.

Das Kapitel wird mit **Schlussfolgerungen** für die weitere Arbeit abgeschlossen (**Abschnitt 4.5**).

Dieser Teil der Arbeit beruht auf einer **Literaturanalyse**. Aufgrund der stetigen Weiterentwicklung von Entscheidungsverfahren wurden bei der Auswahl nur Publikationen, die nach dem Jahr 2000 veröffentlicht wurden, berücksichtigt. Für die ausgewählten Verfahren erfolgen jeweils eine kurze Beschreibung und eine Vertiefung von relevanten maßnahmenartübergreifenden Aspekten des Verfahrens. Bei der Analyse wurde geprüft, inwiefern die Verfahren einen Beitrag zur Umsetzung der in den vorgehenden Kapiteln abgeleiteten Grundsätze für die Verfahrensentwicklung liefern können. Hierzu wurde eine systematische Analyse von folgenden relevanten Verfahrenselementen durchgeführt (**Anlage 2**) dargestellte:

- Verfahrenszweck und Einsatzbereich,
- Typisierung des Verfahrens,
- berücksichtigte Maßnahmenarten,
- berücksichtigte Ziel- und Wirkungssysteme,
- Besonderheiten der Wirkungsermittlung einschl. der verwendeten Datengrundlagen,
- Teilverfahren der Wertsynthese und Maßnahmenauswahl und
- Verfahrensablauf.



## 4.2 In Deutschland etablierte Bewertungsverfahren

### 4.2.1 Projektbewertung für den Bundesverkehrswegeplan (BVWP)

#### Kurzbeschreibung

Die Verkehrswegeplanung auf Bundesebene besteht aus zwei zeitlich aufeinander folgenden Verfahren. Aufbauend auf dem verkehrsträgerübergreifenden Fachplan, dem **Bundesverkehrswegeplan** (BVWP), werden die zu finanzierenden Schienenwege und Bundesfernstraßen abschließend durch Bedarfspläne festgelegt. Der Bundesverkehrswegeplan ist als verkehrsträgerübergreifender Investitionsrahmenplan konzipiert. Er umfasst in seinen planerischen Festlegungen die Verkehrsträger Schiene, Straße und Schifffahrtsweg. Inhalt und Umfang des BVWP sowie eine Anpassungspflicht sind gesetzlich nicht festgelegt. Bei dem BVWP handelt es sich daher um eine gesetzlich nicht näher geregelte Administrativplanung (BOSCH&PARTNER ET AL. 2010).

Derzeit hat der BVWP 2003 Gültigkeit. Der angestrebte Termin der Fertigstellung für den neuen Bundesverkehrswegeplan ist das Jahr 2016. Der BVWP wird nicht nur inhaltlich, sondern wie die Vorgänger auch methodisch fortgeschrieben. (vgl. BMVBW 2002; BMVBS 2013A; ECK ET AL. 2011). Die hier enthaltenen Darstellungen beziehen sich, wenn nicht anders dargestellt, auf den BVWP 2015.

Im Rahmen der Projektbewertung für den BVWP erfolgt eine **gesamtwirtschaftliche Bewertung** nach nutzen-kosten-analytischen, umwelt- und naturschutzfachlichen und raumordnerischen Kriterien.

Besonderheiten des BVWP 2015 sind eine verstärkte Vorprüfung und Projektoptimierung vor der Wirkungsermittlung, wodurch Trassenverlauf und Investitionskosten von angemeldeten Projekten plausibilisiert werden sollen. Ferner wird die **strategische Umweltprüfung (SUP)** in die Verfahren integriert (vgl. BALLA ET AL. 2012) und eine stärkere Öffentlichkeitsbeteiligung wird vorgesehen. Der Gesamtablaufprozess der Projektbewertung für den BVWP ist in **Abbildung 9** dargestellt.

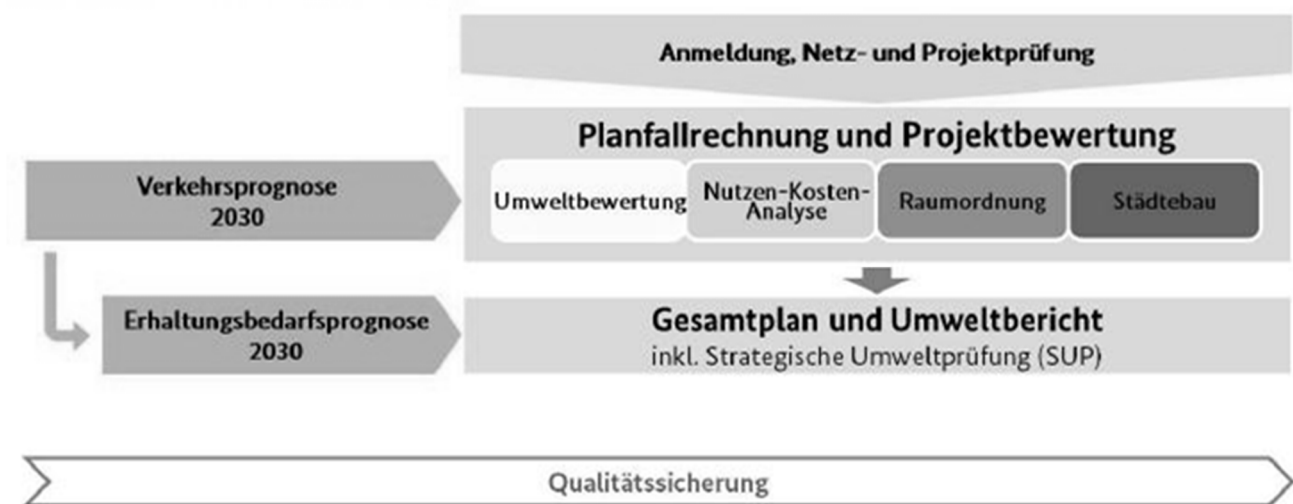


Abbildung 9: Gesamtprozess des BVWP 2015 (Quelle BMVBS 2013A)

#### Maßnahmenartübergreifender Charakter der Projektbewertung für den BVWP:

Im Rahmen der Projektbewertung für den BVWP werden **Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen vergleichend bewertet**. Maßnahmen werden in ihrer Gesamtheit bewertet. Aufgrund der zentralen

Bedeutung von BAB-Knotenpunkten wurden die Länder allerdings aufgefordert, beim BVWP 2015 BAB-Knotenpunkte als Einzelprojekte anzumelden.

Neben Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen werden Möglichkeiten einer effizienteren Nutzung der vorhandenen Verkehrsinfrastruktur durch **Verkehrstelematik bzw. Verkehrsmanagement** in die Überlegungen zur Infrastrukturplanung einbezogen. Diese sind allerdings auf Maßnahmen zur temporären Seitenstreifenfreigabe im Vorgriff auf die geplante Ausbaumaßnahme begrenzt.

Maßnahmen für einzelne Anlagenteile, die aufgrund der Komplexität nicht im BVWP behandelt werden können, wie das Lärmsanierungsprogramm oder das Programm zur Schaffung von Lkw-Parkplätzen, werden außerhalb des BVWP über **Sonderprogramme** behandelt (BMVBS 2013A).

**Erhaltungsmaßnahmen sind kein integrierter Bestandteil der Projektbewertungsverfahren des BVWP.** Allerdings wird im BVWP 2015 der Erhaltung der bestehenden Infrastruktur eine hohe Priorität zugesprochen, sodass sie bei der Aufstellung des BVWP eine höhere Bedeutung im Vergleich zu den früheren BVWP erhält. Der **Bedarf für Erhaltungsinvestitionen** wird im BVWP 2015 fachlich ermittelt und **hat Vorrang vor Aus- und Neubauvorhaben** (BMVBS 2013A).

Diese Bedarfsprognose für Erhaltungsinvestitionen umfasst alle Anlagenteile der Straßeninfrastruktur. Es werden allerdings ausschließlich die benötigten Finanzmittel für die Erhaltung der bestehenden Infrastruktur im Bereich der Bundesfernstraßen ermittelt. Die Erhaltungsbedarfsprognose für den Zeitraum 2010 bis 2025 hat hierzu z.B. die Zielvorgabe, dass der Zustand des Bundesfernstraßennetzes im Jahr 2025 wieder den Ausgangszustand von 2010 erreicht (BMVBS 2013A). Die Ermittlung erfolgt für die einzelnen Anlagenanteile je nach Datenverfügbarkeit mit unterschiedlich differenzierten und aussagefähigen Verfahren. Für die Fahrbahnbefestigungen wird ein objektbezogenes Verfahren (Pavement Management System) durchgeführt. **Eine vergleichende objektbezogene Bewertung und Priorisierung von Erhaltungsmaßnahmen findet bei der Projektbewertung für den BVWP nicht statt.** Die für die Erhaltung erforderlichen Finanzmittel werden als fester Anteil der benötigten Investitionsmittel für den BVWP 2015 berücksichtigt (vgl. **Abbildung 10**).

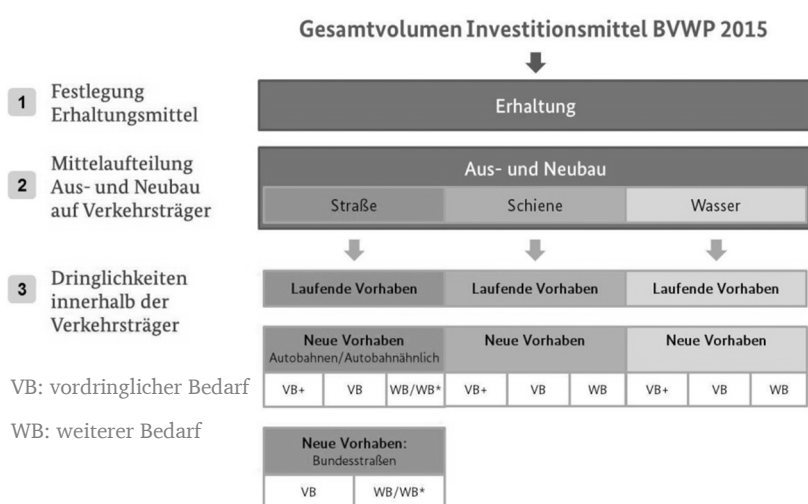


Abbildung 10: Berücksichtigung von Erhaltungsmaßnahmen im Bewertungsprozess des BVWP (Quelle: BMVBS 2013A)

Kosten, die in Zusammenhang mit der künftig erforderlichen/vermiedenen Erneuerung und Instandsetzung von geplanten Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen werden im Rahmen der NKA im BVWP berücksichtigt.

Erhaltungsmaßnahmen sind ferner Bestandteil der Priorisierung von Maßnahmen, da Maßnahmen, die das **Kriterium Erhaltungsmanagement Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen** mit positiven Synergien für das Erhaltungsmanagement (z. B. Ausbauprojekte, bei denen größere Erhaltungsmaßnahmen erforderlich sind) erfüllen, vorrangig sind.

Durch diese Vorgehensweise wird das **Bestandsnetz festgeschrieben**. Eine Auseinandersetzung mit dem langfristig anzustrebenden Umfang und der Qualität des Bundesstraßennetzes im Bestand findet im Rahmen der Entscheidungsfindung des BVWP 2015 nicht statt. Diese Vorgehensweise führt tendenziell zu einer fortwährenden Erweiterung des Straßennetzes und ist in der Folge auch mit einem zunehmenden Finanzierungsbedarf für den Erhalt dieses Straßennetzes verbunden. In Anbetracht der demografischen Entwicklung in weiten Teilen der Bundesrepublik und der bereits heute bestehenden Finanzierungsprobleme ist diese Herangehensweise kritisch zu hinterfragen.

**Modernisierungsmaßnahmen werden nicht explizit im BVWP aufgenommen.** Die Bedarfsprognose für Erhaltungsinvestitionen berücksichtigt periodisch wiederkehrende Maßnahmen, wozu Modernisierungsmaßnahmen in der Regel nicht gehören. Die Maßnahmenbewertung im Rahmen des BVWP beruht stark auf den von Maßnahmen verursachten Änderungen in der strecken- und belastungsabhängigen Verkehrssituation. Solche Wirkungen sind bei Modernisierungsmaßnahmen in der Regel nur begrenzt oder nicht vorhanden.

Darüber hinaus berücksichtigt das Entscheidungsverfahren des BVWP Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen für die **drei Verkehrsträger Straße, Schiene und Wasserstraße**. Die Maßnahmen werden nicht direkt verkehrsträgerübergreifend bewertet. Finanzmittel werden normativ auf die Verkehrsträger aufgeteilt. Im Investitionsrahmenplan 2011-2015 sind für den Verkehrsträger Straße 50 %, die Schiene 41 % und die Wasserstraße 9 % der insgesamt für Aus- und Neubau veranschlagten Investitionsmittel vorgesehen (BMVBS 2013A). Die vergleichende Bewertung von Maßnahmen erfolgt getrennt nach Verkehrsträgern. Für die Vorbereitung der politischen Abwägung der Mittelaufteilung wird im BVWP 2015 auf die gesamtplanbezogene Prüfung von Alternativen zurückgegriffen. Dazu werden die Gesamtwirkungen des Plans bei unterschiedlichen Budgetaufteilungen auf die Verkehrsträger sowohl aus gesamtwirtschaftlicher als auch aus umwelt- und naturschutzfachlicher Sicht dargestellt. Dabei soll geprüft werden, inwieweit die Erreichung der Gesamtziele beispielsweise im Bereich der CO<sub>2</sub>-Vermeidung oder beim Flächenverbrauch von der Finanzmittelaufteilung abhängen. Auf dieser Grundlage wird dann entschieden, ob die bisherige Aufteilung der Mittel auf die Verkehrsträger beibehalten werden soll oder Verschiebungen notwendig sind (BMVBS 2013A).

#### 4.2.2 Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)

##### Kurzbeschreibung

Die Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS) (FGSV 1997A) sind ein etabliertes und in Deutschland vielfach angewandtes Verfahren. Die EWS genügen den Anforderungen an eine Wirtschaftlichkeitsuntersuchung. Auf eine ausführliche Darstellung des Verfahrens wird an dieser Stelle verzichtet. Einzelheiten sind (FGSV 1997A, FGSV 1997C, FGSV 2010) zu entnehmen.

Die EWS basieren auf einer **Kosten-Nutzen-Analyse**. Sie gibt standardisierte Monetarisierungsansätze und Rechenvorschriften zur Ermittlung der Kostengrößen für die **Erstellung, die Erhaltung und den Betrieb der Infrastruktur** sowie den entsprechenden Nutzengrößen vor. Der Nutzen wird über eine Ohne-/Mitfall-Betrachtung ermittelt. Eine wesentliche Größe für die Nutzenermittlung bilden Änderungen bezüglich der Verkehrsleistung. Die Investitionsrechnung erfolgt nach der

Annuitätenmethode. Das Verfahren wird derzeit fortgeschrieben, grundlegende Änderungen im Verfahrensablauf sind nicht zu erwarten (FGSV 2010).

### **Maßnahmenartübergreifender Charakter der EWS**

Die EWS sind für die Beurteilung von **Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen** mit (großräumigen) Auswirkungen für den **motorisierten Straßenverkehr** konzipiert. Die Bewertung von Erhaltungs- oder Modernisierungsmaßnahmen ist grundsätzlich nicht ausgeschlossen, setzt aber eine vollständige Monetarisierung der spezifischen Kosten- und Nutzenkomponenten innerhalb des Bewertungskorsetts der EWS voraus. Aufgrund des starken Einflusses von Änderungen in der Verkehrsbelastung auf die Nutzenbewertung wird dies in der Praxis auf erhebliche Schwierigkeiten stoßen (vgl. **Abschnitt 4.3**).

### **4.2.3 Pavement Management System (PMS)**

#### **Kurzbeschreibung**

Bei der Planung von **Erhaltungsmaßnahmen** in einem Pavement Management System (PMS) werden Maßnahmenvarianten (Rangreihung von Maßnahmenvarianten für einen Streckenabschnitt) und netzweiten Handlungsalternativen (Ermittlung der optimalen Maßnahmen für das Straßennetz bei vorgegebenem Budgetrahmen) integriert bewertet. Die nachfolgenden Darstellungen basieren auf (MAERSCHALK ET AL. 2004) und (MAERSCHALK ET AL. 2008).

Das Verfahren beruht auf einem **dynamischen, wirksamkeits-kosten-analytischen Ansatz**. Hierbei wird neben einem (Analyse-)Startjahr ein Planungszeitraum (z.B. 10 Jahre) und ein Analysezeitraum (z.B. 20 Jahre) festgelegt. Der Analysezeitraum wird in zeitliche Berechnungseinheiten unterteilt (Einheit entspricht in der Regel einem Kalenderjahr). Vom System werden für den Planungszeitraum Maßnahmenalternativen generiert und die Folgen der Maßnahmen bis zum Ende des Analysezeitraums ermittelt und bewertet.

Für jeden verhaltenshomogenen Abschnitt wird innerhalb des Systems eine Auswahl von geeigneten Maßnahmenvarianten vorgenommen anhand:

- der Ergebnisse der Zustandserfassung und -bewertung (ZEB),
- einer Prognose der künftig zu erwartenden Veränderungen von Zustandswerten (für jedes Merkmal gesondert) auf der Grundlage von typisierten Verhaltensfunktionen unter Berücksichtigung der örtlichen Gegebenheiten (Art und Alter der vorhandenen Befestigungsschichten, Art und Zeitpunkt bereits durchgeführter Maßnahmen),
- eines vorgegebenen Eingriffsbereichs für den Zustandswert, bei dem Eingriffe in Betracht gezogen werden sollen (z.B. zwischen dem Warnwert mit Note 3,5 und dem Schwellenwert mit Note 4,5) und
- eines vordefinierten Maßnahmenkatalogs, der für die Behebung der erwarteten Schäden geeignet ist.

Durch die Realisierung einer Maßnahme werden die Attribute des betroffenen Streckenabschnitts verändert. Dies wird im System durch eine **maßnahmenspezifische Veränderung der Zustandswerte und eine Veränderung der Verhaltensfunktion** abgebildet.

**Maßnahmenvorschläge werden für jedes Jahr des Prognosezeitraums** unterbreitet, in denen die Verhaltensfunktion innerhalb des Eingriffsbereichs verläuft. In der Regel sind mehrere Maßnahmenalternativen für die Sicherstellung eines akzeptablen Straßenzustands geeignet. Durch die Zusammensetzung von sinnvollen Maßnahmenkombinationen ergeben sich die sinnvollen Maßnahmenstrategien.

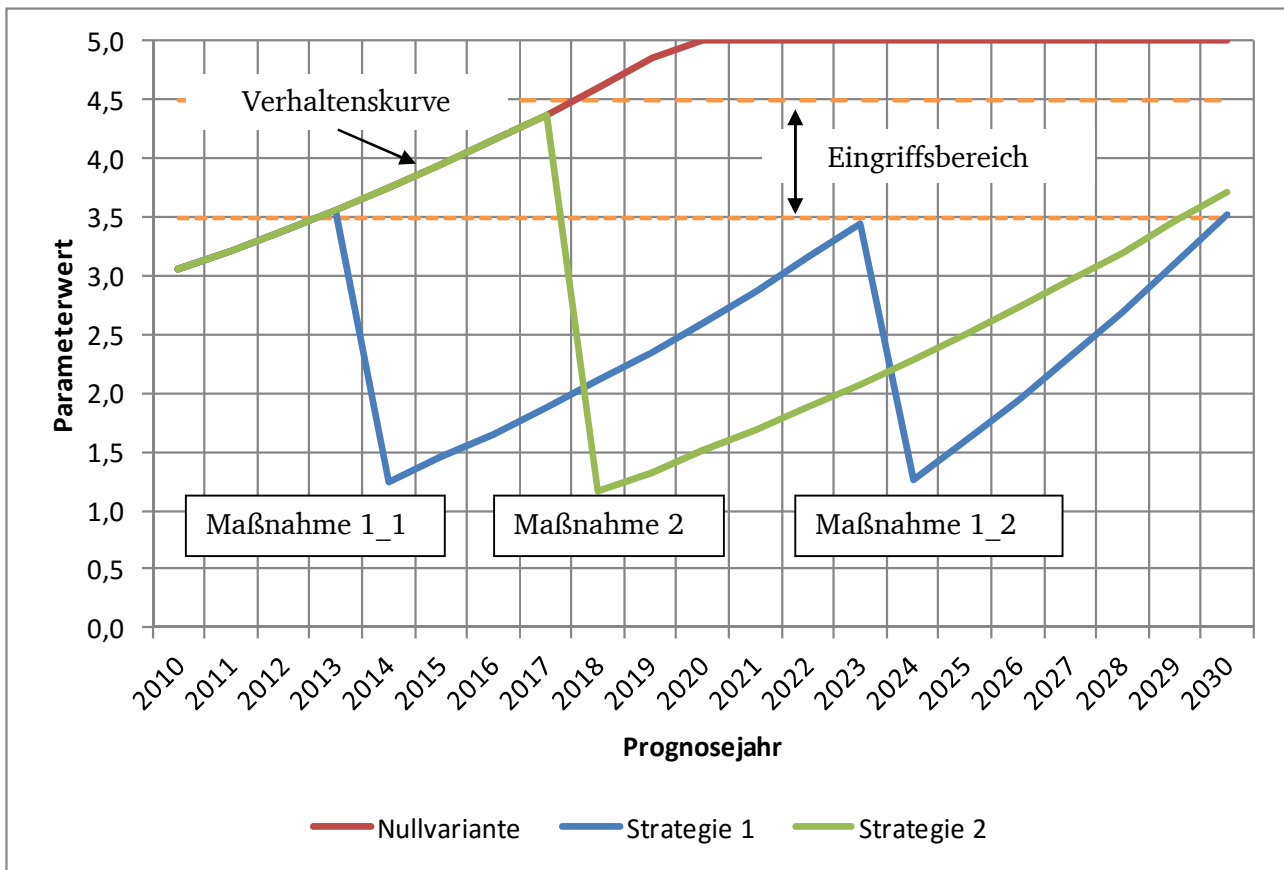


Abbildung 11: Schematische Darstellung der Zustandsentwicklung bei verschiedenen Maßnahmenalternativen (eigene Darstellung nach MAERSCHALK ET AL. 2008)

Die Nutzenermittlung der einzelnen Strategien erfolgt qualitativ anhand eines Vergleichs der Flächen unter den Verhaltenskurven mit und ohne Maßnahme. Die Differenz zwischen den Kurvenflächen wird als Maß für die qualitative Beurteilung der Wirksamkeit einer Maßnahme angesehen. Hierbei werden im PMS in der Regel die jeweiligen Verhaltensfunktionen für den Gesamtwert herangezogen. Die Differenzen werden für jede Berechnungsperiode ermittelt und aufsummiert. Diese Summe ergibt die **Gesamtwirksamkeit einer Strategie**. Für eine weitere Differenzierung der Wirksamkeit auf Netzebene wird die Wirksamkeit als Produkt aus Verkehrsstärke und Gesamtwert gebildet. Eine Diskontrate wird bei der Nutzenermittlung aus der Annahme heraus verwendet, dass ein frühzeitiger Nutzen für den Entscheidungsträger von höherer Bedeutung ist als ein späterer.

Für einzelne Netzabschnitte kann auf dieser Grundlage auf Abschnittsebene die **Bestimmung der Maßnahmenstrategie mit dem höchsten Nutzen und eine Rangreihung der Maßnahmenstrategien nach ihren Nutzen** erfolgen. Ob die Maßnahmenstrategie mit dem höchsten Nutzen umgesetzt werden kann, hängt von den verfügbaren Finanzmitteln (Erhaltungsbudget) ab.

Bei Einschränkungen können in der Regel nicht die absolut vorteilhaftesten Maßnahmenalternativen, sondern die im Budgetrahmen optimalen Maßnahmenalternativen realisiert werden. Diese Auswahl erfolgt im Rahmen des PMS durch eine **netzweite Optimierung**. Hierzu wird kein mathematisches Optimierungsverfahren, sondern ein heuristisches Verfahren angewandt, welches zu quasi-optimalen Lösungen von Entscheidungsproblemen führt (MAERSCHALK ET AL. 2004).

Das Grundprinzip dieses Verfahrens ist in **Abbildung 12** dargestellt. In einem zweidimensionalen Koordinatensystem werden die Maßnahmenalternativen anhand ihres Nutzen- und Kostenwerts eingetragen. Die Kosten der Maßnahmen werden dazu nach Einheitspreisen ermittelt. Durch eine

inflationbereinigte Diskontierung der Kosten auf das Ende des Analysezeitraums wird die Vergleichbarkeit der in unterschiedlichen Jahren anfallenden Kosten hergestellt.

Im Koordinatensystem stellt der Koordinatenursprung den Fall „nichts tun“ dar. Alle Strategien für alle Netzabschnitte werden in nach Kosten aufsteigender Reihenfolge sortiert. Die netzbezogene Optimierung der Strategieauswahl wird dabei nach der Vorgabe des „maximalen Nutzenzuwachses bei ansteigenden Kosten“ und den finanziellen Restriktionen aus den Budgetvorgaben ermittelt. In einem ersten Schritt werden ineffiziente Strategien, für die mindestens eine weitere Strategie besteht, die sowohl geringere Kosten als auch höhere Nutzen aufweist, aussortiert. Danach wird ein Kosten-Nutzen-Profil in Form einer Konvex-Einhüllenden über alle Strategien für alle Netzabschnitte erstellt. Wenn bei einer relativ starken Kostenzunahme ein unterproportionaler Nutzenzuwachs vorhanden ist, entsteht, bezogen auf das Nutzen-Kosten-Profil, eine konkave „Beule“. Im Sinne der gesetzten Zielfunktion (Erreichung eines maximalen Nutzenzuwachses) wird auch diese Strategie aussortiert, kann aber z.B. zur möglichst weitgehenden Ausschöpfung des Budgetrahmens als „Nachrücker“ in Reserve gehalten werden. Damit ergibt sich eine Rangreihung aller Strategien, wobei für einen Abschnitt mehrere Strategien enthalten sind. In einem abschließenden Verfahrensschritt werden nun netzweit Maßnahmenstrategien den einzelnen Netzabschnitten zugeordnet, indem die sortierte Liste der Strategien in absteigender Reihenfolge abgearbeitet wird (bei gleichzeitiger Ermittlung der kumulierten Kosten und Abgleich mit dem Gesamtbudget, letzteres ohne Diskontierung). Der Optimierungsprozess endet, wenn für alle zur Erhaltung vorgesehenen Abschnitte Strategien zugeordnet worden sind oder die Budgetmittel erschöpft sind.

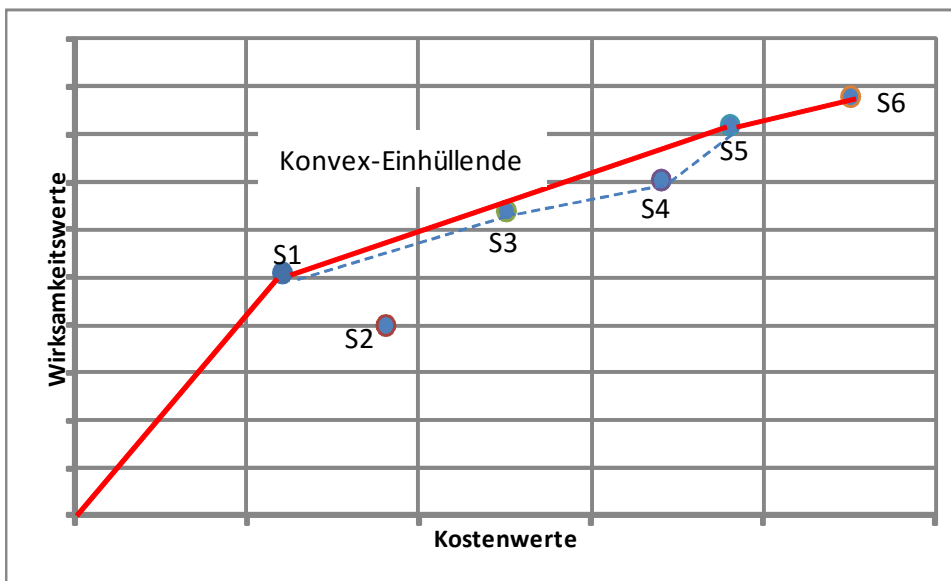


Abbildung 12: Beispielhafte Darstellung des Prinzips der Konvex-Einhüllenden des Nutzen-Kosten-Profiles für sechs exemplarische Strategien (eigene Darstellung nach MAERSCHALK ET AL. 2008)

Im Ergebnis wird ein Maßnahmenprogramm ausgewiesen, welches die **aus betriebswirtschaftlicher Sicht optimalen Strategien**, die im verfügbaren Budgetrahmen möglich sind, aufweist. Mit der netzweiten Optimierung wird auf diese Weise für jeden Abschnitt eine bestimmte Variante ausgewählt, für die auf Netzebene eine Rangreihung erfolgen kann.

### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Das PMS bezieht sich auf **Erhaltungsmaßnahmen für Fahrbahnen**, da über die ZEB derzeit keine anderen Verkehrsflächen betrachtet werden (MAERSCHALK ET AL. 2008). **Theoretisch lassen sich die**

**sonstigen Anlagenteile der Straßeninfrastruktur in die Managementverfahren für Straßenbefestigungen und Bauwerke integrieren.** Dies ist derzeit noch nicht realisiert, da der Zustand der sonstigen Anlagenteile meist unbekannt und ihre, aufgrund ihrer Vielfalt und Unterschiedlichkeit sehr schwierige, methodische Behandlung noch lückenhaft ist (MAERSCHALK ET AL. 2004).

**In einem erweiterten PMS wäre es theoretisch auch möglich, Vorschläge für Um-/Ausbau- bzw. Erweiterungsmaßnahmen zu ermitteln.** Dazu müssten jedoch objektivierte und nachvollziehbare Algorithmen angegeben werden. Dies ist, vor allem im Bereich der **Modernisierungsmaßnahmen, nur bei einem sehr geringen Teil dieser Maßnahmen möglich** (MAERSCHALK ET AL. 2004).

Während im Rahmen der Zustandserfassung und -bewertung und somit auch bei der Erhaltungsplanung über die Teilzielwerte Verkehrssicherheit, Befahrbarkeit und Substanzerhalt die Zielträger 'Bürger als Straßennutzer' und 'Bürger als Steuerzahler (Baulastträger)' weitgehend Berücksichtigung finden, gibt es **für den Zielträger 'Bürger als Betroffener (Allgemeinheit/ Dritter)' bislang keine allgemeingültigen Ansätze** (GROßMANN ET AL. 2008).

#### 4.2.4 Bauwerk Management System (BMS)

##### Kurzbeschreibung

Das **Bauwerk-Management-System (BMS)** soll als wichtiger Baustein eines künftigen Gesamtsystems Straßenerhaltung eine umfassende Erfassung und Bewertung des Bauwerkszustands auf Objekt- und Netzebene ermöglichen und zur Unterstützung von Bund und Ländern bei der Planung und Durchführung von Erhaltungsmaßnahmen eingesetzt werden. Die objektbezogene Betrachtung wurde im **Abschnitt 2.4.2** dargestellt. Nachfolgend wird die **BMS-Komponente zur netzweiten Optimierung des objektbezogenen Ansatzes** beschrieben (vgl. HOLST 2005).

Ziel des Verfahrens ist die möglichst effiziente Nutzung von Finanzmitteln zur Erreichung eines möglichst guten Bauwerkzustands im betrachteten Netz. Grundlage bildet die Bewertung auf Objektebene, die einen ersten Ansatz für Maßnahmen und eine Rangreihung auf Objektebene liefert. Auf dieser Grundlage wird unter Berücksichtigung von Randbedingungen und Restriktionen auf Netzebene eine **netzweit optimierte Rangreihung von Erhaltungsmaßnahmen erstellt**.

Als Lösungsansatz wurde ein **heuristisches Verfahren** gewählt, das aus einer jahresweisen Optimierung durch Lösung des jeweiligen Knapsack-Problems und einer periodenübergreifenden Planung (Backtracking-Verfahren) besteht. Durch letztere sollen sogenannte „Sackgassen“ vermieden werden, die entstehen, wenn so viele Erhaltungsmaßnahmen zur Sicherstellung eines Mindestzustands notwendig werden, dass für diese das Budget in diesem Jahr nicht ausreicht. Sackgassen werden vermieden, indem für notwendige Maßnahmen eine Fixierung für eine bestimmte Anzahl an Jahren vorgenommen wird, verbunden mit dem Anstoßen einer Neuplanung mit dem dann reduzierten Budget (Backtracking). Das (Multiple-Choice-)Knapsack-Problem (MCKP) wird mit Hilfe von Verfahren der dynamischen Programmierung gelöst.

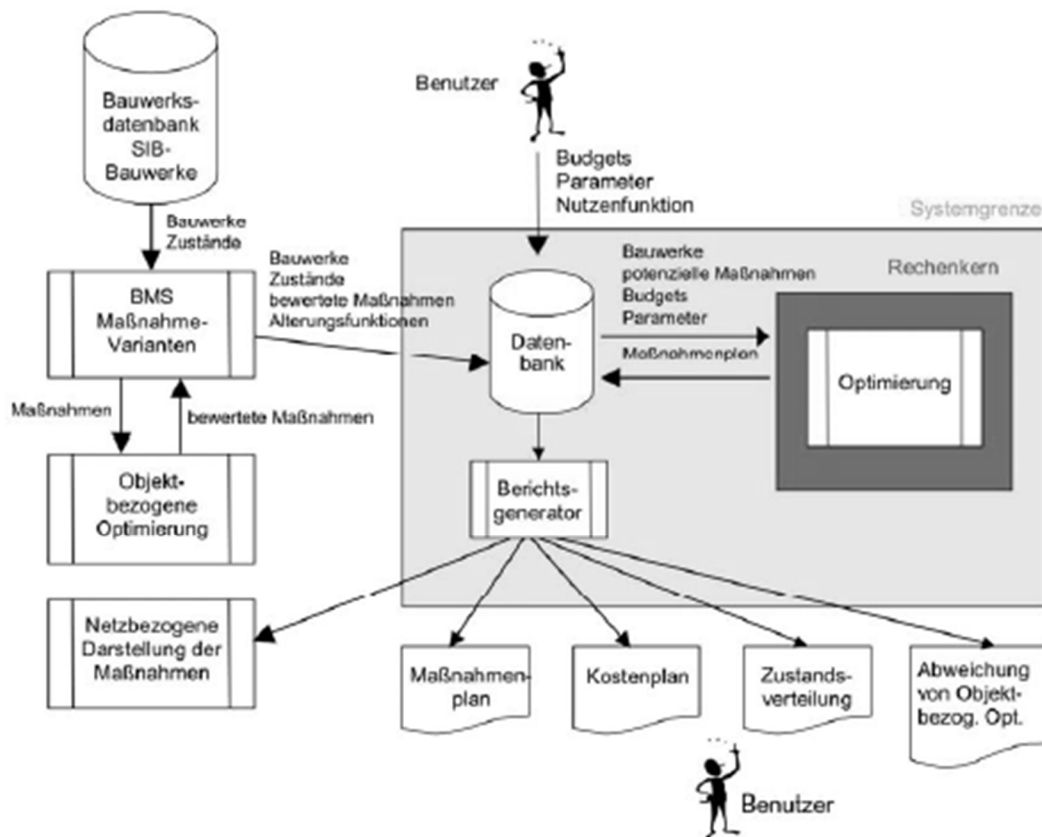


Abbildung 13: Systemüberblick und Datenfluss BMS-EP (Quelle: HOLST 2005)

Die **Optimierung erfolgt nach einem Nutzenwert**, der insbesondere die Auswirkung einer Maßnahme auf den Bauwerkszustand berücksichtigt. Daneben können volkswirtschaftliche Aspekte wie Nutzerkosten über einen Gewichtungsansatz einbezogen werden. Ferner können Gewichtungsfaktoren zur Berücksichtigung der Bedeutung des Bauwerks integriert werden.

Der **zustandsorientierte Nutzenwert wird durch ein gewichtetes Mittel der Zustandsnoten der einzelnen Bauteilgruppen** gebildet. Im Gegensatz zum PMS werden Durchschlagregeln nicht berücksichtigt, wodurch alle Einflüsse von Maßnahmen auf den Bauwerkszustand berücksichtigt werden. Der Effekt von Maßnahmen wird über einfache Rücksetzwerte abgebildet, die aber auch durch realitätsnahe Effektfunktionen ersetzt werden können.

Dem Risiko, dass durch die Nutzenoptimierung Maßnahmen mit geringerem Nutzen nicht umgesetzt werden und dies in der Folge zu einer Verschiebung notwendiger Ausgaben in die Zukunft (außerhalb des Planungshorizonts von ca. 6 Jahren) führt, begegnet das BMS durch die Definition von sog. „**Default-Maßnahmen**“. Der Grundgedanke besteht darin, dass für jedes Bauwerk zunächst eine kostenminimale Maßnahmenauswahl über alle Jahre des Planungszeitraums von ca. sechs Jahren bestimmt wird, die das Unterschreiten des Mindesterhaltungsstandards verhindert. Diese „Default-Maßnahmen“ werden erst endgültig eingeplant, wenn die nachfolgende Knapsack-Optimierung nicht noch bessere Maßnahmen erlaubt.

Für die sequentielle periodenweise Optimierung werden die Jahresbudgets um die Kosten für die gesetzten „Default-Maßnahmen“ reduziert. Maßnahmen, die in einem Jahr mehr Effekt zeigen als



die Default-Maßnahme, werden in ihren Nutzen und Kosten um Nutzen und Kosten der „Default-Maßnahme“ reduziert.

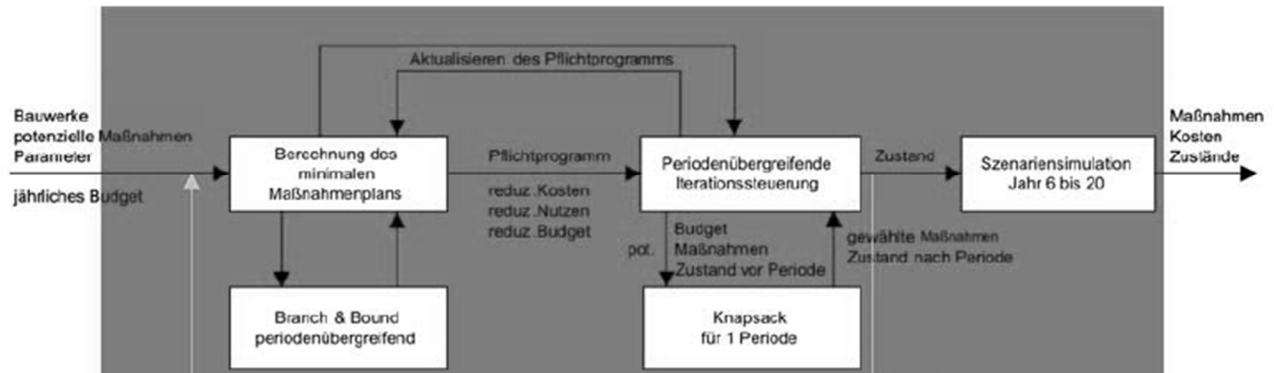


Abbildung 14: Lösung des Optimierungsproblems beim BMS-EP bei vorgegebenem Finanzierungsbudget (Quelle: HOLST 2005)

Neben dieser netzweiten Optimierung verfügt das BMS über ein **Modul zur Szenarienbildung**, das auf einen praktikablen Weg eine kurzfristige Erstellung von Qualitäts- und Finanzszenarien ermöglicht. Die Szenarienbildung ermöglicht eine Erweiterung des Betrachtungszeitraums über den Planungshorizont von 6 Jahren hinaus.

### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Das Verfahren ist **grundsätzlich für alle Bauwerke** geeignet, ist aber durch die Ausrichtung auf Zustandsdaten für **Brückenbauwerke** schwerpunktmäßig auf diese Bauwerksart ausgerichtet. Das Verfahren wurde in erster Linie **für Bundesstraßen entwickelt**, kann aber bei Verfügbarkeit von geeigneten Datengrundlagen auch durch andere Baulasträger verwendet werden. Berücksichtigt werden bauliche Maßnahmen an Bauwerken, die nicht mit einer Kapazitätserweiterung für den Kfz-Verkehr verbunden sind (also Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen).

Auch wenn die inhaltliche Ausrichtung des Verfahrens auf Bauwerksdaten eine direkte Übertragung auf andere Maßnahmenarten verhindert, bietet die gewählte Methodik Ansätze, die für eine maßnahmenartübergreifende Bewertung von Belang sein könnten. Hervorzuheben ist in diesem Zusammenhang die Definition von „Default-Maßnahmen“, über die Investitionsstaus aufgrund von nicht realisierten (Erhaltungs-)Maßnahmen vermieden werden sollen.

## Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 4.2: In Deutschland etablierte Bewertungsverfahren

- ⇒ Die **etablierten Verfahren** sind auf **einzelne Bereiche und Anlagenteile** des Straßenbaus begrenzt.
- ⇒ Die mit den Verfahren verfolgten Ziele sind weitestgehend vergleichbar, die verwendeten **Zielkriterien und die Methoden zur Wirkungsermittlung weichen z.T. erheblich voneinander ab**. Hierdurch wird eine direkte Integration dieser Verfahren in einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung verhindert.
- ⇒ Eine Erweiterung der betrachteten Verfahren auf andere Bereiche oder Anlagenteile ist grundsätzlich denkbar. Derzeit fehlen jedoch wesentliche Kenntnisse, infolgedessen **keine Erweiterung der etablierten Verfahren auf andere Maßnahmenarten** innerhalb der jeweils angewandten Methoden möglich ist.
- ⇒ Die **flexible Anwendung der untersuchten Verfahren ist aufgrund des standardisierten Charakters begrenzt** (z.B. in Hinblick auf die Festlegung von eigenen Zielen durch den Entscheidungsträger, die zu berücksichtigenden Maßnahmenarten, die zu verwendenden Datengrundlagen und die verwendeten Wirkungsermittlungsmethoden).
- ⇒ Alle Verfahren sind dazu **geeignet, für eine große Anzahl an Maßnahmen** eine Dringlichkeitsreihung unter Beachtung von Budgetrestriktionen zu erreichen.
- ⇒ Dynamische Wirkungsverläufe werden bei den Managementverfahren explizit berücksichtigt. Die EWS erlauben ebenfalls einen **dynamischen Ansatz**.
- ⇒ Alleinig das Verfahren zum **Bauwerk-Management-System bietet Ansätze zur Sicherstellung der langfristigen politischen Handlungsfähigkeit** durch die Vermeidung von Investitionsstaus.
- ⇒ Die **Berücksichtigung von Unsicherheit** erfolgt nur im Rahmen des Bundesverkehrswegeplans in wesentlichem Umfang in Form einer Vorprüfung von Projektinformationen.
- ⇒ Die **Berücksichtigung von (komplexen) Interdependenzwirkungen** (z.B. aufgrund von weiträumigen Wirkungsausdehnungen) erfolgt bei den Management-Verfahren aufgrund des objektbezogenen Optimierungsansatzes nicht. Bei der Projektbewertung für den BVWP und EWS können Interdependenzwirkungen berücksichtigt werden.
- ⇒ Die betrachteten Verfahren sind sämtlich für eine **periodische Wiederholung** konzipiert worden.

### 4.3 Beispiele für die in Deutschland eingesetzten Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung

#### 4.3.1 Systematik für eine objektive Dringlichkeitsreihung im Rahmen der Straßenerhaltung in Kommunen<sup>29</sup>

##### Kurzbeschreibung

Dieser Ansatz wurde von (GROßMANN ET AL. 2008) entwickelt und am Beispiel der Wissenschaftsstadt Darmstadt angewandt. Der **Ansatz baut auf den Ergebnissen von Pavement-Management-Systemen (PMS)** auf. Für den Fall, dass die verfügbaren Finanzierungsmittel nicht für die Umsetzung der ermittelten Bauprogramme ausreichen, wird durch die Implementierung von zusätzlichen Kriterien eine objektive und zielführende Dringlichkeitsreihung von Erhaltungsmaßnahmen auf kommunaler Ebene unter zusätzlicher Einbeziehung des Zielträgers Allgemeinheit/Dritte angestrebt. Ziel ist, einen möglichst großen Nutzen für das gesamte städtische Umfeld zu erzielen, indem die Betroffenheit von Dritten/der Allgemeinheit, für die im PMS keine allgemeingültigen Ansätze vorliegen, besser berücksichtigt wird.

Das Verfahren verfolgt einen nutzwertanalytischen Ansatz und ist **als Übergangslösung in Bezug auf die Bewertung der Betroffenheit Dritter bei Erhaltungsmaßnahmen bis zum Vorliegen entsprechender Regelwerke konzipiert**.

Die Bewertung berücksichtigt die vorhandene Lärmbetroffenheit von Anwohnern anhand einer vorliegenden Lärmkartierung und priorisiert Maßnahmen für Abschnitte mit hoher Vorbelastung. Es wird zwar ausdrücklich kein zwingender Zusammenhang zwischen Maßnahme und Verbesserung der Lärmbelastung erwartet, durch die Beseitigung von Schlaglöchern oder Unebenheiten soll aber das subjektive Lärmempfinden der Anwohner positiv beeinflusst werden. Weitere Bewertungskriterien sind subjektive Festlegungen bezüglich der Bedeutung der Straße und dem Umfang der Maßnahme oder empfindliche Straßenrandnutzungen (Schulen, Altenpflegeheime, Krankenhäuser etc.).

Für die Dringlichkeitsbewertung wird die **Priorisierung für definierte Tatbestände** durchgeführt. Eingriffe der Ver- und Entsorger in den Straßenraum gelten bei der Planung als Durchschlagskriterium, entsprechende Abschnitte bevorzugt zu behandeln. Ferner sollen Streckenabschnitte, die vom ÖPNV genutzt werden, und Abschnitte mit hoher Verkehrsbelastung bevorzugt umgesetzt werden.

##### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Die vorgestellte Methodik ist für Erhaltungsmaßnahmen ausgelegt. Der Ansatz, weitere Bewertungskriterien in Bezug auf die Betroffenheit Dritter einzubringen und die Maßnahmen in eine Dringlichkeitsreihung zu bringen, verknüpft Elemente aus der Bewertung von Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen mit dem Verfahren des PMS.

Die Autoren weisen darauf hin, dass aufgrund der verschiedenen Anforderungen, Möglichkeiten und Rahmenbedingungen einer Kommune sowie den unterschiedlichen Zielsetzungen die Definition allgemeingültiger Kriterien für den Parameter „Umwelt/Dritte“ schwierig ist. Es wird empfohlen, dass künftige Regelwerke hierzu einen gewissen Freiraum erlauben, damit jede Kommune ihre eigenen Schwerpunkte setzen kann.

<sup>29</sup> Quellengrundlage für diesen Abschnitt ist (GROßMANN ET AL. 2008).

#### 4.3.2 Bewertungsverfahren zum Ausbauplan für die Staatsstraßen in Bayern unter Einbezug der EWS<sup>30</sup>

##### Kurzbeschreibung

Das Verfahren wird für die **Aufstellung des Ausbauplans für Staatsstraßen in Bayern** angewandt und von (MUVEDA ET AL. 2011) und (DEGELMANN ET AL. 2000) beschrieben.

Das Verfahren wurde für den 5. Ausbauplan 2001 entwickelt und seitdem fortgeschrieben. Die letzte Anpassung fand im Rahmen des 7. Ausbauplans 2011 statt. Mit dem Verfahren werden rd. 1.000 Planungsmaßnahmen gesamtwirtschaftlich bewertet. Die hierfür verwendete **Nutzen-Kosten-Analyse integriert wesentliche Teilaspekte des BVWP und der EWS**. Für die abschließende Dringlichkeitsreihung werden eine gesonderte Umweltrisikoeinschätzung und eine Raumwirksamkeitsanalyse durchgeführt.

##### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Neben **Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen** werden im Bewertungsverfahren auch Maßnahmen aus den Kategorien **Modernisierung und Erhaltung** berücksichtigt. Maßnahmen aus den Bereichen Modernisierung und Erhaltung sind allerdings auf jeweils einen Maßnahmentyp (Beseitigung von Bahnübergängen bzw. Erneuerungsmaßnahmen an Bauwerken) begrenzt, für den gesonderte NKA durchgeführt werden.

Die Ergebnisse der einzelnen Teilverfahren werden für die Gesamtbewertung zusammengeführt. Grundsätzlich werden bei der Nutzenbewertung eingesparte Kosten für Erhaltungsmaßnahmen berücksichtigt.

Das Verfahren für Staatsstraßen in Bayern kann vereinfachend als Äquivalent des Bewertungsverfahrens für Bundesstraßen des BVWP angesehen werden.

#### 4.3.3 Maßnahmenbewertung in der Straßenerhaltung unter Einbeziehung der EWS<sup>31</sup>

##### Kurzbeschreibung

Dieses von (HÜLSEMANN 2000) beschriebene Verfahren geht auf eine vom BMVBW initiierte **verkehrswirtschaftliche Untersuchung zur Abschätzung der Wirkung zeitlich zurückgestellter Reinvestitionen in die Straßeninfrastruktur** zurück.

Grundansatz ist, über eine **Verknüpfung von Zustandsdaten und Monetarisierungsansätzen der EWS** eine Rangreihung von Erhaltungsmaßnahmen nach gesamtwirtschaftlich relevanten Nutzenkomponenten zu erhalten. Als Indikator wird hier die Änderung der Reisegeschwindigkeiten zwischen Ohne- und Mitfall gewählt, auf deren Grundlage Auswirkungen für die Fahrzeugbetriebskosten, Reisezeitgewinne, Schadstoffbelastungen und Klimabelastungen nach den Berechnungsvorschriften der EWS ermittelt werden.

---

<sup>30</sup> Quellengrundlagen für diesen Abschnitt sind (MUVEDA ET AL. 2011) und (DEGELMANN ET AL. 2000).

<sup>31</sup> Quellengrundlage für diesen Abschnitt ist (HÜLSEMANN 2000).

### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Das Verfahren bezieht sich ausdrücklich ausschließlich auf **Erhaltungsmaßnahmen an Fahrbahn-befestigungen**. Erhaltungsmaßnahmen an weiteren Anlagenteilen können auf dieser Grundlage nicht bewertet werden. Der methodische Ansatz strebt allerdings eine Verknüpfung der etablierten Verfahren für Erhaltungsmaßnahmen (PMS) und für Neu- und Erweiterungsmaßnahmen (EWS) an. Umgesetzt wird dies durch eine Verkettung der Grundlagendaten für ein PMS mit dem Bewertungsverfahren der EWS. Wie die Ergebnisse in eine Entscheidungsfindung innerhalb eines PMS integriert werden sollen, bleibt offen.

Der Autor weist ausdrücklich darauf hin, dass es sich bei der Darstellung um Vorüberlegungen zu einer späteren Implementierung in einem PMS handelt und die Grundlagen und Annahmen noch zu verifizieren seien. Insbesondere, ob der angenommene Zusammenhang zwischen Reisegeschwindigkeit und Zustandsgrößen der ZEB so besteht, ist zu hinterfragen.

Außerdem fehlen für eine Bewertung der gesamtwirtschaftlichen Aspekte wichtige Elemente wie die Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit und das Umfeld. Die Bedeutung des Beitrags vor dem Hintergrund der vorliegenden Fragestellung besteht vor allem in dem Ansatz, eine Verknüpfung von Elementen des PMS mit Bewertungsansätzen der EWS über eine dynamische Bewertung von Wirkungszusammenhängen herzustellen.

#### **4.3.4 Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Landesstraßen in Hessen<sup>32</sup>**

##### Kurzbeschreibung

Die Hessische Straßen- und Verkehrsverwaltung (HSVV) verfügt mit einem Verfahren zur Bewertung der Dringlichkeit von **Modernisierungs- und Erhaltungsmaßnahmen im hessischen Landesstraßennetz** über ein Instrument zur Steuerung des Einsatzes der hierfür verfügbaren Finanzmittel. Mit dem Verfahren werden üblicherweise im Vorfeld einer Legislaturperiode des Hessischen Landtages die angemeldeten Maßnahmen einer systematischen Bewertung bezüglich ihres Gesamtnutzens für Betreiber, Nutzer und Umfeld unterzogen. Über eine Dringlichkeitsreihung werden die Maßnahmen ausgewählt, die im Geltungszeitraum unter Berücksichtigung der verfügbaren Finanzmittel durchgeführt werden können.

Die Maßnahmen werden von den zuständigen Ämtern für Straßen- und Verkehrswesen (ASV) gemeldet. Das Verfahren basiert auf einem **nutzwertanalytischen Ansatz**. Man entschied sich gegen eine Monetarisierung der Nutzenbeiträge wegen der sich teilweise in einem frühen Planungsstand befindlichen Maßnahmen, der nur grob vorhandenen Kenntnisse über Maßnahmenkosten und Wirkungszusammenhänge sowie der hohen Anzahl der zu bewertenden Maßnahmen. Das Verfahren wurde mehrfach fortgeschrieben, zuletzt im Jahr 2010.

Ziel der Fortschreibung ist es, den Bewertungsaufwand für das vorhandene Verfahren zu minimieren und die Belastbarkeit und Akzeptanz der Bewertungsergebnisse weiter zu optimieren. Hierzu wurde eine verstärkte **Einbindung von objektiv erfassbaren Grundlagen** angestrebt. Die Herstellung der Vergleichbarkeit der Wirkungsbeiträge hat in diesem Zusammenhang eine hohe Bedeutung für eine integrierte Bewertung und Prioritätenreihung aller Maßnahmen. Dazu werden **Ansätze der Monetarisierung als Hilfsmittel** aufgegriffen. Zur Orientierung dienen Kostensätze, die z.B. in den EWS und weiteren allgemein anerkannten Verfahren der Verkehrsplanung

<sup>32</sup> Quellengrundlage für diesen Abschnitt ist (DIELEMAN ET AL. 2010).

verwendet werden. Durch eine Längennormierung der Nutzenbeiträge für linienhafte Maßnahmen wird die Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen verbessert.

Eine wichtige Grundlage für die Bewertung bilden bereits vorliegende Datengrundlagen wie die Ergebnisse der Zustands-Erfassung und -Bewertung (ZEB), die Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 für Bauwerke und die Verkehrsmengenkarte Hessen.

#### **Maßnahmenartübergreifender Charakter**

Das Verfahren sieht eine vergleichende Bewertung von **Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen**, die keine wesentlichen Belastungsänderungen hervorrufen, vor. Hierbei werden grundsätzlich **alle Anlagenteile der Straßeninfrastruktur** einbezogen. Die Bewertung für die HSVV umfasst allerdings im Kern Maßnahmen am Straßenoberbau, Brückenbauwerke und Ausstattungen für Knotenpunkte.

Über bewusst vereinfachte und mehrstufige Ansätze wird angestrebt, die vorhandene **Datenunsicherheit** und die in der Praxis nur bedingt modellhaft abbildbaren komplexen Wirkungsketten **transparent** und dadurch dem Entscheidungsträger bewusst zu machen. Die Skalierung und Gewichtung über Monetarisierungsansätze objektiviert deren Festlegung, ohne dass hierdurch politische Schwerpunktsetzungen verhindert werden. Die Effizienz von Maßnahmen wird nur indirekt berücksichtigt. Die im Zeitverlauf dynamische Entwicklung der Substanz wird durch das statische Verfahren und den zeitlich begrenzten Betrachtungszeitraum von fünf Jahren ebenfalls nur indirekt berücksichtigt.

#### **4.3.5 Beurteilung des Ausbaubedarfs von anbaufreien Strecken von Bundes- und Landesstraßen im Land Brandenburg<sup>33</sup>**

Das Verfahren wurde zur Ermittlung des **Ausbaubedarfs von Außerortsstraßennetzen** und der Bestimmung der **Dringlichkeit des Ausbaubedarfs für Streckenabschnitte** entwickelt und ist stark an die EWS angelehnt.

Die Bewertung erfolgt auf der Grundlage von **jährlich bestimmten Nutzenpotenzialen**, die bei der Umsetzung von zwei vorgegebenen Ausbauformen gegenüber der Bestandssituation erwartet werden. Diese werden zu den jährlichen Kosten (ermittelt nach der Annuitätenmethode) ins Verhältnis gesetzt. Abschnitte mit einem Nutzen-Kosten-Verhältnis  $> 1$  haben Ausbaubedarf.

Bewertet werden die erwarteten **Sicherheitspotenziale** auf Grundlage der Unfallkostendichte, **Erreichbarkeitsverbesserungen** durch die Behebung von linienhaften und punktuellen Geschwindigkeitseinschränkungen, **Einsparungen im Energieverbrauch** durch vermeidbare Umwege für den Schwerverkehr und Änderungen bei den Geschwindigkeitsprofilen. Die Nutzenbeiträge werden auf Grundlage von fest definierten Zielwerten, die beim Ausbau erreicht werden, und der Fahrleistung berechnet. Durch Multiplikation mit dem Verhältnis von prognostizierter Verkehrsstärke und der Analyse-Verkehrsstärke wird der Nutzen auf einen Prognosehorizont hochgerechnet.

#### **Maßnahmenartübergreifender Charakter**

In diesem Verfahren werden die Maßnahmenarten **Erhaltung (Erneuerung) und Modernisierung** behandelt. Das Verfahren schließt zwar keine Anlagenteile explizit aus, die Nutzenermittlung fokussiert allerdings auf die Auswirkungen für den Verkehrsablauf. Eine besondere Bewertung der

---

<sup>33</sup> Quellengrundlage für diesen Abschnitt ist (KÖPPEL ET AL. 2001).

Situation nach dem Ausbau unter Berücksichtigung der jeweiligen Umfeldbedingungen erfolgt nicht.

Dieses Verfahren ist nicht nur für die objektbezogene Bewertung einer Liste von Einzelmaßnahmen konzipiert, sondern **ermöglicht eine netzweite Bewertung von wirkungshomogenen Streckenabschnitten** anhand quantifizierter Zielgrößen und Nutzenpotenziale. Es ermöglicht daher auch die Identifikation von Abschnitten mit Handlungsbedarf. Die Bewertung wird für zwei vordefinierte Ausbauformen (grundhafte Erneuerung/mittelfristiger Ausbau) durchgeführt. Die beiden Ausbauformen werden dabei in ihrer Kosten- und Wirkungsstruktur standardisiert.

Durch die Verwendung von nicht nachgewiesenen Wirkungszusammenhängen (z.B., dass mittelfristige Ausbaumaßnahmen 50% des Sicherheitspotenzials von grundhaften Ausbaumaßnahmen haben), fest definierten Wirkungsgraden bei der Umsetzung der Ausbauformen ohne Berücksichtigung der gegebenen Umfeldbedingungen und durch die Vernachlässigung von Wirkungskomponenten (Auswirkungen auf Dritte/Umwelt) ist das Verfahren für die Begründung eines Ausbaubedarfs als problematisch zu sehen. Als Grundlage für die Bewertung von Dringlichkeiten bietet das **grundlegende Prinzip des Verfahrens auf der Basis von vermeidbaren Mängeln** in Bezug auf definierte Zielwerte aber einen **relativ einfachen und nachvollziehbaren Ansatz**.

#### Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 4.3: Beispiele für die in Deutschland eingesetzten Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung

- ⇒ In den letzten Jahren wurden **verschiedene fallspezifische Verfahren** für eine maßnahmenartübergreifende Bewertung von Straßenbaumaßnahmen entwickelt. Hieraus wird ein grundsätzlicher Bedarf an solchen Verfahren deutlich.
- ⇒ Die Verfahren sind auf **ausgewählte Bereiche des Straßenbaus und Anlagenteile begrenzt**.
- ⇒ Die Verfahren **orientieren sich in der Regel an den EWS** und verknüpfen diese mit weiteren Ansätzen, z.B. denen des PMS. Die Verfahren werden dabei vor dem Hintergrund des jeweils fallspezifischen Kontextes der Entscheidungsfindung konzipiert.
- ⇒ Die Verfahren bestehen **aus verschiedenen und nicht oder nur bedingt auf andere Anwendungsfälle übertragbaren Vorgehensweisen**.
- ⇒ Insbesondere Ansätze zur **Sicherstellung der langfristigen politischen Handlungsfähigkeit** durch die Vermeidung von Investitionsstaus und die **Berücksichtigung von Unsicherheit** bilden **keine wesentlichen Bestandteile** der analysierten Verfahren.

## 4.4 Ausgewählte, außerhalb von Deutschland eingesetzte Verfahren

### 4.4.1 Vorbemerkungen

Nachfolgend werden als Ergebnis der durchgeführten Literaturanalyse drei für diese Arbeit relevante Verfahren dargestellt, die exemplarisch die alternativen Herangehensweisen zu den in Deutschland verwendeten Verfahren veranschaulichen sollen.

#### 4.4.2 Highway Development and Management (HDM-4)

##### Kurzbeschreibung

Das HDM-Verfahren ist eines der **weltweit meistverwendeten gesamtwirtschaftlichen Bewertungsverfahren für Straßenbaumaßnahmen**. Die grundlegende Methodik wird bei von der EU geförderten Straßeninfrastrukturvorhaben angewendet. Das Verfahren wird auch von der Europäischen Investitionsbank (EIB) und anderen international agierenden Banken als Bewertungsverfahren gefordert. Außerdem sind viele europäischen Bewertungsrichtlinien mit diesem Verfahren konform. (FGSV 2010)

Das HDM-Verfahren unterstützt die Entscheidungsfindung für **strategische Fragestellungen, Allokationsentscheidungen** im Rahmen der Programmplanung und die **Variantenbewertung von Einzelmaßnahmen bzw. Maßnahmenbündeln** (KERALI ET AL. 2006).

Das HDM-Verfahren ist modular mit den folgenden **vier Komponenten** aufgebaut:

- Infrastrukturabnutzung
- Effekte durch Straßenerhaltungsmaßnahmen
- Effekte der Straßennutzung (sowohl für motorisierte als auch für nichtmotorisierte Verkehrsteilnehmer)
- sozio-ökonomische und Umwelteffekte

Eine wichtige Grundlage für die Nutzenbewertung bildet der **Zustand des Straßennetzes**, das den Zustand über den International Roughness Index (IRI) abgebildet. Die zukünftige Entwicklung des IRI-Index unter Einfluss von exogenen Faktoren wie der Verkehrsbelastung wird über das Modul der Infrastrukturabnutzung ermittelt. Über den IRI-Index werden sowohl die Effekte von Straßenerhaltungsmaßnahmen als auch Effekte für die Straßennutzung abgeleitet. Eine der wichtigsten Wirkungskomponenten ist z.B. die **Reduktion der Fahrzeugbetriebskosten durch bessere Straßenzustände**.

Über das HDM-4-Verfahren können softwaregestützt über Monetarisierungsansätze die **periodischen (in Jahresscheiben) Kosten und Nutzen für ein Vielzahl von Varianten** für einen vom Entscheider festgelegten Betrachtungszeitraum ermittelt und dargestellt werden. Hierzu werden detaillierte Angaben zum jeweiligen Bauprogramm, zu angestrebten Qualitätsstandards für den Zustand des Straßennetzes, zu Eigenschaften von Erhaltungsmaßnahmen, zum Verkehrsaufkommen und zu Umweltbedingungen benötigt.

Das Verfahren bietet die Möglichkeit, Fragestellungen unter Einbeziehung von verschiedenen Planungsebenen zu bearbeiten. So können zur Allokationsentscheidung im Rahmen der Programmplanung simultan unterschiedliche Budgetszenarien auf strategischer Ebene bewertet und optimiert werden. Auf diese Weise können Erkenntnisse über Umfang und Ausbauqualität eines langfristig nachhaltig finanzierbaren Straßennetzes unter verschiedenen Budgetszenarien gewonnen werden.

Das HDM-4-Verfahren **unterstützt bei der Aufstellung von mehrjährigen, rollierenden Programmplanungen unter Verwendung von Rangreihungen auf Basis von Nutzen-Kosten-Verhältnissen** (vgl. Abbildung 15).



<b>HDM-4 Constrained Work Programme</b> Study Name: Western Province 3 Year Road Investment Programme All costs are expressed in: Local Currency (millions). Available Budget: 300 million (2005 – 2007) Run Date: 19-08-2005									
Road No.	Section	Length (km)	AADT	Year	Work Description	NPV/C	Financial Costs	Cumulative Costs	Equivalent US\$(m)
MSC 112	km 35 - 80	21.0	1711	2005	Overlay 50mm	4.91	23.15	23.15	0.609
MSE 203	km 80 - 90	10.0	1152	2005	Overlay 50mm	2.51	11.03	34.18	0.899
MSC 138	km 5 - 10 & 65 - 70	10.0	1271	2005	Single Seal	2.41	3.80	37.98	0.999
MAN 446	km 53.7 - 57.0	3.3	983	2005	Overlay 50mm	2.40	3.31	41.29	1.086
MSE 932	km 36.2 - 52.2	16.0	809	2005	Overlay 50mm	2.19	17.64	58.93	1.551
MSE 334	km 3.8 - 12.8	9.0	932	2005	Overlay 50mm	1.98	9.92	68.85	1.812
MAN 203	km 185 - 190	5.0	1248	2005	Single Seal	1.72	1.90	70.75	1.862
MAN 243	km 0 - 21	21.0	1009	2005	Overlay 50mm	1.55	23.15	93.90	2.471
MTS 549	km 0 - 1.0	1.0	2438	2005	Overlay 50mm	1.37	1.10	95.00	2.500
MSC 142	km 12.5 - 20	7.5	942	2005	Single Seal	0.98	3.04	98.04	2.580
MSW 131	km 10 - 16.5	6.5	428	2005	Overlay 50mm	0.92	7.72	105.76	2.783
MSW 905	km 128 - 170	42.0	717	2005	Single Seal	0.92	15.96	121.73	3.203
MSW 901	km 180 - 330	60.0	1623	2006	Overlay 50mm	3.16	66.15	187.88	4.944
MSV 537	km 43 - 45	2.0	937	2006	Overlay 50mm	1.42	2.21	190.08	5.002

Abbildung 15: Beispiel für ein Ergebnis der Programmplanung des HDM-4-Verfahren (Quelle KERALI ET AL. 2006)

### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Die dynamische Ermittlung des vorhandenen und erwarteten Straßenzustands erlaubt eine vergleichende Bewertung sowohl von **Neubau- und Erweiterungs- als auch von Erhaltungsmaßnahmen**.

Im HDM-4-Verfahren können außerdem neben dem Straßenoberbau auch Ingenieurbauwerke und sonstige Anlagenteile behandelt werden, allerdings nur als Teil von Maßnahmenkosten für Straßenbaumaßnahmen und im Rahmen der Anlagenbewertung auf strategischer Ebene. **Eine vergleichende Bewertung von spezifischen Maßnahmen für Ingenieurbauwerke oder sonstige Anlagenteile ist im HDM-4-Verfahren nicht vorgesehen.**

Das Verfahren ist ursprünglich für die Entscheidungsfindung in Entwicklungsländern unter Berücksichtigung der dort vorherrschenden besonderen Problemlagen entwickelt worden. Das Verfahren ist insbesondere für Fälle geeignet, bei denen **signifikante Wechselwirkungen zwischen Straßenzustand und Fahrzeugkosten** oder erhebliche **Veränderungen der Nachfrage über den Untersuchungszeitraum** auftreten. Die Konformität mit den in den EWS und im PMS verankerten Ansätzen ist nur ansatzweise gegeben. Das dynamische Verfahren, das dem HDM zugrunde liegt, lässt aber grundsätzlich auch andere Bewertungsansätze zu (vgl. z.B. EUC 2002).

### 4.4.3 Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr – Schweiz<sup>34</sup>

#### Kurzbeschreibung

In der Schweiz regelt die Norm „Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr“ die Bewertung der **volkswirtschaftlichen Effizienz von Infrastrukturinvestitionen im Straßenverkehr**, basierend auf einer Nutzen-Kosten-Analyse. Sie gibt ähnlich wie die EWS Vorgaben über die einzubeziehenden Indikatoren, Rechenvorschriften und zu verwendenden Monetarisierungsansätze. Sie

<sup>34</sup> Quellengrundlage für diesen Abschnitt ist (ECOPLAN ET AL. 2005).

ist sowohl für die Bewertung von Maßnahmenvarianten als auch für die Priorisierung von Maßnahmen anwendbar.

Projekt A: Umfahrungsstrasse von X-hausen		
Projektbeschreibung		Erstinvestitionskosten: 240 Mio. CHF
Bau einer 2-spurigen Umfahrungsstrasse von X-hausen; Entlastung der heutigen Kantonsstrasse durch X-hausen		
Indikator	Kosten	Nutzen
Berechnung des Nettobarwertes		je Barwerte in Mio. CHF
Baukosten (Erstinvestitionen)	200	
Ersatzinvestitionen	128	
Landkosten	14	
Unterhaltskosten	16	
Betriebskosten der Strassen	24	
Auswirkungen auf den öffentlichen Verkehr	4	
Betriebskosten Fahrzeuge		-9
Reisezeitveränderungen		450
Veränderung der Zuverlässigkeit		93
Einnahmen aus Treibstoffsteuern und Maut im Mehrverkehr		20
Nettonutzen im Mehrverkehr		10
Veränderung MWST-Einnahmen im ÖV		-6
Externe Kosten des Verkehrs		
Unfälle		-34
Lärm		-12
Luftverschmutzung		-25
Klima		-15
Externe Kosten der Energie durch Betrieb der Infrastruktur		-8
Bodenversiegelung		-16
Landschafts- und Ortsbild		-18
Total	384	430
<b>Nettobarwert (in Mio. CHF)</b>		<b>46</b>
<b>Nutzen-Kosten-Verhältnis (430/384=)</b>		<b>1.12</b>
Belastung des Infrastrukturbudgets (z.B. Baukosten inkl. MWST)	215	
<b>Infrastrukturbudgeteffizienz (46/215=)</b>		<b>0.21</b>

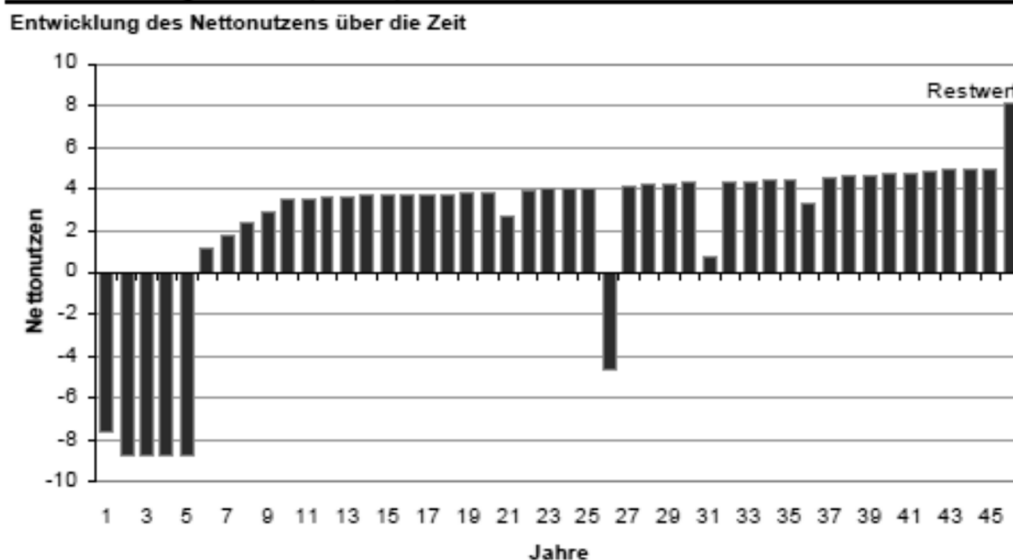


Abbildung 16: Fiktive Ergebnisdarstellung der Schweizer Kosten-Nutzen-Analyse im Straßenverkehr (Quelle ECOPLAN ET AL. 2005)

Ein wesentlicher Unterschied zu den Nutzen-Kosten-Analysen der EWS und dem BVWP ist die Vorgabe einer **dynamischen Nutzen-Kosten-Analyse**. Hierdurch sollen variable Nutzenbeiträge im Verlauf des Betrachtungszeitraums besser berücksichtigt werden können. Diese Vorgehensweise ermöglicht außerdem eine zeitliche Optimierung der Realisierung von Maßnahmen.

#### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Die Norm hat einen breiten Anwendungsbereich, so sollen auch Aussagen zu den Kosten und Nutzen von verkehrspolitischen Maßnahmen oder Vorschriften ermöglicht werden.

Wie bei den EWS ergeben sich viele Indikatoren direkt aus der Veränderung der Verkehrsbelastung infolge der Maßnahmen. Der **Straßenzustand geht nicht explizit in das Verfahren ein**. Hierdurch wird, obwohl die dynamische Bewertung von Wirkungen Vorteile für die maßnahmenartübergreifende Bewertung bietet, die Eignung des Verfahrens für eine maßnahmenartübergreifende Bewertung in der Praxis vermutlich begrenzt sein.

#### 4.4.4 Bedarfsorientierte Priorisierung

##### Kurzbeschreibung

Das Kansas Department of Transportation (KDOT) ist für Erhaltung, Modernisierung, Neubau und Erweiterung des staatlichen Schnellstraßennetzes verantwortlich. Ein dort für die Entscheidungsfindung bei der Aufstellung von Bauprogrammen eingesetztes Verfahren beruht auf einem bedarfsorientierten nutzwertanalytischen Ansatz (KULKARNI ET AL. 2004).

Die Rangreihung von Maßnahmen erfolgt ausschließlich auf Basis der Bedürfnisse der Allgemeinheit, Verbesserungen vorzunehmen, und zwar **unabhängig von den Kosten**, die mit der Verbesserung verbunden sind. Das Verfahren berücksichtigt Auswirkungen für die Verkehrssicherheit, Reisezeit, Reisekomfort, Fahrzeugbetriebskosten und Substanzerhalt. Durch das Ausblenden der Maßnahmenkosten soll das Verfahren gerechter sein, indem weder Regionen mit relativ hohen allgemeinen Baukosten noch stark geschädigte Straßen mit relativ wenig Verkehr benachteiligt werden.

Als Begründung für den Verzicht auf einen Nutzen-Kosten-Ansatz wird angeführt, dass für einen solchen Ansatz ein sehr hoher Aufwand für die Sicherstellung einer methodisch korrekten Durchführung erbracht werden muss, obwohl aufgrund der weiterhin erforderlichen Vereinfachungen die Ergebnisse nicht besser sein müssen als ein einfacherer Ansatz (KULKARNI ET AL. 2004).

##### Maßnahmenartübergreifender Charakter

Über das Verfahren können **Erhaltungs-, Modernisierungs-, Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen für Fahrbahnen und Brückenbauwerken** vergleichend bewertet werden. Für regionale und überregionale Straßen sowie Brückenbauwerke sind dazu allerdings **getrennte Nutzenbewertungen** durchzuführen.

#### 4.4.5 Weiterentwicklung von Pavement Management Systemen

Pavement Management Systemen (PMS) werden vielerorts nach den in Deutschland verwendeten Ansätzen aufgebaut und angewandt. In der Literatur finden sich aktuell insbesondere Beiträge bezüglich verschiedener Ansätze zur weiteren **Verbesserung der im PMS eingesetzten Optimierungsalgorithmen**.

Viele Autoren beschreiben verschiedene Ansätze, **eine Nutzenoptimierung über (komplexe) KP-Ansätze** zu erreichen. (LI 2009) beschreibt z.B. ein Verfahren zur möglichst effizienten Auswahl von Autobahnprojekten unter Maßgabe der Maximierung des Gesamtnutzens für das Autobahnssystem unter der Berücksichtigung von unsicheren Budgets über eine mehrjährige Projektauswahl- und Programmperiode. Dieser Ansatz wurde als ein stochastisches multichoice multidimensional Knapsack-Problem (MCMDKP) formuliert. Ein Verfahren in Anlehnung an ein stochastisches multi-objective Knapsack-Problem (MOKP) findet sich in (WU ET AL. 2009). Bei diesem Ansatz wird anhand einer Fallstudie eine Maximierung des durchschnittlichen Infrastrukturzustands bei gleichzeitiger Minimierung der Erhaltungskosten unter Berücksichtigung eines unsicheren Budgets für die Planungsperiode untersucht.

Derzeit werden für PMS fast ausschließlich monokriterielle Optimierungsmodelle angewendet, wobei die nicht für die Optimierung verwendeten Ziele als einschränkende Randbedingungen angesetzt werden (MENESES ET AL. 2010). Kritikpunkt an diesem monokriteriellen Ansatz ist, dass hierdurch künstlich Einschränkungen in den Optimierungsprozess eingebaut werden, wodurch die Ergebnisse dieser Verfahren suboptimal im Vergleich zu einem multikriteriellen Ansatz sind (FWA ET AL. 2000). Entsprechend finden sich in der Literatur verschiedene Arbeiten, die sich mit der Implementierung von **multikriteriellen Optimierungstechniken befassen**, welche eine Optimierung nach in der Regel zwei oder drei Zielkriterien ermöglichen (FWA ET AL. 2000, WU ET AL. 2009, MENESES ET AL. 2010).

Allerdings handelt es sich bei den multikriteriellen Ansätzen um **hochkomplexe Methoden**, deren Handhabung erhebliche Vereinfachungen bei der Festlegung der Variablen erfordert. (FWA ET AL. 2000) optimiert z.B. nach drei Zielkriterien (Maximierung der Produktivität bei der Umsetzung, Minimierung der Kosten für Erhaltungsmaßnahmen und Maximierung des Straßenzustands im Netzwerk), berücksichtigt dafür aber nur drei mögliche Straßenzustände (Eingriffsbedarf hoch, mittel und gering) und vier Maßnahmenalternativen. Außerdem besteht bei den multikriteriellen Problemen für den Entscheidungsträger weiterhin die Notwendigkeit, eine optimale Lösung auszuwählen, da die verwendeten Verfahren zu einer Sammlung von optimalen Lösungen führen.

Eine häufig angewandte Methode, um den stochastischen Aspekten der Zustandsentwicklung zu begegnen, ist das Markov-Modell (KHALED ET AL. 2006). Dieses Modell findet auch bei der Erhaltungsplanung von Bauwerken Anwendung. Problematisch ist, dass dieser Ansatz **bei komplexen Entscheidungsproblemen praktisch nicht lösbar** ist (KUHN 2010).

Diese Ansätze sind zwar in der Theorie vorteilhaft, haben aber für die praktische Anwendung erhebliche Nachteile. Der komplexe Charakter des hier betrachteten Entscheidungsproblems und die hierdurch erforderlichen Vereinfachungen erschweren die Möglichkeiten einer maßnahmenartübergreifenden Entscheidungsfindung auf Basis solcher Optimierungsansätze derart, dass sie nicht weiter betrachtet werden.

### Folgerungen für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Abschnitt 4.4: Ausgewählte, außerhalb von Deutschland eingesetzte Verfahren

- ⇒ **Übertragbaren Verfahren oder Bewertungsansätze**, die ohne Einschränkungen für den hier betrachteten Kontext einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung verwendet werden können, wurden nicht ermittelt.
- ⇒ Außerhalb von Deutschland sind vielerorts **dynamische Verfahren** für die Bewertung von Neu- und Ausbaumaßnahmen etabliert. Diese Verfahren bieten aufgrund des dynamischen Ansatzes bessere Voraussetzungen für die übergreifende Bewertung von Maßnahmen mit und ohne dynamischen Wirkungsverlauf als die in Deutschland etablierten Verfahren.
- ⇒ Die in der Literatur beschriebenen Verfahren betreffen überwiegend **konkrete Anwendungsfälle** oder die Weiterentwicklung von methodischen Details. Insbesondere übertragbare Hinweise zum praxisorientierten Umgang mit Unsicherheit und der Sicherstellung der langfristigen politischen Handlungsfähigkeit scheinen kein Schwerpunkt der Forschung zu sein.

## 4.5 Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Festzustellen ist, dass die **Bewertungsverfahren im Kern entweder für den Neubau und die Erweiterung von Straßen oder für das Erhaltungsmanagement konzipiert** worden sind. Erstere gehören typischerweise zu den Entscheidungsmodellen, letztere weisen Merkmale von Optimierungsmodellen auf.

Die analysierten maßnahmenartübergreifenden Entscheidungsverfahren, die Modernisierungsmaßnahmen berücksichtigen, versuchen die bewertungsrelevanten Elemente entweder über Ansätze für Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen oder über Ansätze für das Erhaltungsmanagement zu integrieren. Die **direkte Übertragbarkeit dieser Ansätze auf Modernisierungsmaßnahmen ist aber beschränkt**, da sie in der Regel weder primär auf eine Änderung der Infrastruktursubstanz ausgelegt sind noch Verlagerungen des Kfz-Verkehrs in größerem Umfang generieren.

Ein wesentliches Problem für die maßnahmenartübergreifende Verwendung von bestehenden Verfahren bilden die **unterschiedliche Definition von Zielkriterien und die verschiedenen Wirkungsermittlungsmethoden**. Für Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen erfolgt die Bewertung der Zielerreichung durch eine Quantifizierung der direkten Wirkungsbeiträge. Die Grundlage dafür bilden im Wesentlichen Änderungen bei den Verkehrsbelastungen und teilweise auch im Verkehrsablauf. Ziele in Bezug auf Reisezeitgewinne, Lärmbelastungen und Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit werden hieraus mit direktem Bezug zu den dazu passenden Größen (Reisezeit, Schallpegel, Anzahl und Schwere der Unfälle) bewertet. Verfahren des Erhaltungsmanagements bewerten diese Effekte nur indirekt. Die Bewertung wird auf Grundlage von Zustandswerten für Oberflächen- und Substanzmerkmale des jeweiligen Anlagenteils durchgeführt. Die Verfahren zum BMS und PMS verwenden zudem stark aggregierte, dimensionslose Gesamtwerte. Hieraus lassen sich die relevanten Aspekte in Bezug auf die Erhaltung der Infrastruktur ableiten. Die Auswirkungen für Verkehrsteilnehmer oder Dritte können so jedoch objektiv nicht quantifiziert und folglich nur stark eingeschränkt in eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsreihung überführt werden.

Zu unterscheiden sind Verfahren, die eine **simultane Bewertung** der unterschiedlichen Maßnahmenarten anstreben, und Verfahren, die durch eine **sukzessive Bewertung** der verschiedenen Maßnahmenarten eine Lösung für das Entscheidungsproblem anstreben. Ein Beispiel für die sukzessive Betrachtung ist die Projektbewertung für den BVWP. Hier erfolgt eine vorgeschaltete Ermittlung des Finanzbedarfs für Erhaltungsmaßnahmen. Deren Finanzbedarf gilt als gesetzt und geht als weitere Restriktion in das verfügbare Finanzmittelbudget für Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen ein. Eine maßnahmenartübergreifende Bewertung im engeren Sinne erfolgt im Gegensatz zu anderen Verfahren nicht. Die verschiedenen Beispiele für simultane Bewertungsverfahren umfassen allerdings nur Teilbereiche des Straßenbaus.

Die an Optimierungsmodelle angelehnten **Verfahren des Erhaltungsmanagement** sind inhaltlich überwiegend auf bauliche Erhaltungsmaßnahmen für bestimmte Anlagenteile begrenzt. Diese Verfahren werden zwar als grundsätzlich geeignet für eine Erweiterung auf andere Bereiche des Straßenbaus angesehen, hier fehlt es jedoch an objektivierten und nachvollziehbaren Algorithmen, die eine Integration von weiteren Maßnahmenarten im bestehenden Verfahren für Erhaltungsmaßnahmen erlauben.

Die Beispiele für die in Deutschland eingesetzten maßnahmenartübergreifenden Verfahren lassen auf die besondere **Bedeutung der EWS** in Deutschland schließen. Der Großteil der ausgewerteten Verfahren bezieht sich ausdrücklich auf die EWS und versucht, die für Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen ausgelegten Ansätze der EWS auf das jeweils behandelte Entscheidungsproblem anzuwenden. Die Übertragung von Wirkungszusammenhängen der EWS auf Modernisierungs- und Erhaltungsmaßnahmen beruht stark auf subjektiven (vermuteten) Wirkungszusammenhängen. Die mehr oder weniger direkte Übernahme von EWS-Ansätzen und die erforderlichen methodischen Vereinfachungen haben einen erheblichen Einfluss auf die Ergebnisse. Die Bewertung der **zeitlichen Dynamik von Wirkungen** bei den in Deutschland ermittelten maßnahmenartübergreifenden Entscheidungsverfahren wird durch eine Überführung in eine statische Wirkungsgröße erreicht. Begründungen für die statische Auslegung liegen nicht vor. Eine Erklärung könnte sein, dass dynamische Ansätze in den EWS zwar nicht ausgeschlossen, im Gegensatz zu einigen international etablierten Verfahren aber nicht als Regellösung vorgesehen sind. Außerhalb von Deutschland ist tendenziell eine weitere Streuung über die verschiedenen Verfahrensarten zu erkennen.

Die **Wirtschaftlichkeit der Bewertungsergebnisse** wird bei allen untersuchten Verfahren thematisiert. Eindeutige Vorteile von nutzwertanalytischen Ansätzen bzw. Monetarisierungsansätzen in Bezug auf die vorliegende Fragenstellung sind aus den beschriebenen Verfahren nicht erkennbar. Die häufige Anwendung von Monetarisierungsansätzen in Deutschland scheint insbesondere auf die Bedeutung der EWS zurückzuführen zu sein.

Die **Beeinträchtigung der längerfristigen politischen Handlungsfähigkeit** wird bei den Entscheidungsverfahren nur selten thematisiert. Die Projektbewertung für den neuen BVWP berücksichtigt durch eine vorgeschaltete Ermittlung den Finanzbedarf für Erhaltungsmaßnahmen. Dieser Bedarf gilt als gesetzt und geht als weitere Restriktion in das verfügbare Finanzmittelbudget für Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen ein. In PMS werden durch die Berücksichtigung von langfristigen Analysezeiträumen die Folgen der Planung auch für künftige Entscheidungssituationen abgebildet. Bei einer Auswahl von Maßnahmen nach Dringlichkeit wird dieses geschlossene System aber verlassen. Die weitere Berücksichtigung erfordert eine aufwendige Rückkopplung zwischen Entscheidungs- und Optimierungsverfahren. Das hier betrachtete BMS liefert einen Ansatz, bei dem „Default-Maßnahmen“ Investitionsstaus aufgrund von nicht realisierten (Erhaltungs-)Maßnahmen vermeiden sollen. Dieser Ansatz ist ggf. auch für den vorliegenden Kontext der maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung geeignet.

Die Sicherstellung einer **ausgewogenen Erschließung von Teilräumen** ist kein inhärentes Element der auf den EWS oder dem Erhaltungsmanagement aufbauenden Verfahren. Sie wird aber z.B. über eine Gewichtung der Ergebnisse nach Lage oder raumplanerischer Bedeutung berücksichtigt. Die Projektbewertung für den BVWP berücksichtigt die Raumplanung über ein eigenständiges Bewertungsmodul. Die Übertragbarkeit dieser Vorgehensweise auf eine maßnahmenartübergreifende Bewertung ist aufgrund des hiermit verbundenen Aufwands nicht gegeben.

Festzuhalten ist, dass die **Unsicherheit bei der Entscheidungsfindung entweder nicht oder nur oberflächlich thematisiert** wird. Eine internalisierte, systematische Behandlung ist nicht erkennbar. Beispiele für in Deutschland angewandte stochastische Verfahren liegen nicht vor. Ob und wie z.B. indirekte Methoden wie Sensitivitätsuntersuchungen durchgeführt werden, ist oft nicht erkennbar. Ferner ist festzuhalten, dass insbesondere bei den Management-Verfahren komplexe Lösungsansätze zum Einsatz kommen, die eine starke Vereinfachung der bewertungsrelevanten Informationen erfordern. Die im Zusammenhang mit diesen Verfahren ausgewertete Literatur bezieht sich stark auf die methodische Korrektheit der Verfahren und weniger auf die Konsequenzen dieser Vereinfachungen für die inhaltliche Aussagekraft der Ergebnisse. Für die Beispiele der in Deutschland eingesetzten Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung liegen Informationen über die festgelegten Zielkriterien und Wirkungsermittlungen vor. Für die in diesen Verfahren durchgeführten Vereinfachungen ist aber nicht erkennbar, ob eine konstruktive Auseinandersetzung mit den methodischen Folgen der Vereinfachung, dem Umgang mit unvollständigen Kenntnissen über Wirkungszusammenhänge und den hieraus folgenden Konsequenzen für die Robustheit der Ergebnisse des Verfahrens stattgefunden hat.

Zur Reduzierung der Anzahl an Entscheidungsalternativen werden bei **Interdependenzen** zwischen Maßnahmen mit Verlagerungswirkungen Maßnahmenbündel gebildet.

Die Auswertung zeigt, dass maßnahmenartübergreifende Ansätze entwickelt und angewendet werden, und folglich ein **grundsätzlicher Bedarf** für solche Verfahren besteht. Die erheblichen methodischen Unterschiede zwischen den Verfahren zeigen aber auch, dass Hinweise für die Entwicklung solcher Verfahren für eine methodisch einwandfreie Bewertung benötigt werden.

#### Grundsätze für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

folgend aus Bewertungsverfahren mit Elementen einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung

- ➔ Es besteht ein Bedarf an Hinweisen für die Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung.
- ➔ Uneingeschränkt passende Ansätze, die den wesentlichen Anforderungen an ein Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung genügen, liegen nicht vor.
- ➔ Eine große Hürde für die maßnahmenartübergreifende Verwendung von bestehenden Bewertungsansätzen stellen die uneinheitliche Festlegung von Zielkriterien und die verschiedenen Wirkungsermittlungsmethoden dar.

---

## 5 Prämissen für die Erarbeitung von Hinweisen für die Verfahrensentwicklung

---

### 5.1 Vorbemerkungen

Die Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen erfordert die Bewältigung von verschiedensten Aufgabenstellungen. Aus der Literatur können für viele dieser Aufgabenstellungen geeignete Hinweise entnommen werden.<sup>35</sup> Allerdings sind diese Hinweise nicht gezielt für die Bewältigung von Aufgabenstellungen konzipiert worden, die bei der Verfahrensentwicklung im vorliegenden Kontext typischerweise zu lösen sind. In den nachfolgenden Kapiteln werden daher ergänzende Hinweise zur Bewältigung dieser typischen Aufgaben erarbeitet.

Die Prämissen für die Erarbeitung von Hinweisen werden in diesem Kapitel festgelegt. Hierzu werden die zu berücksichtigenden Anforderungen dargestellt und typische Aufgabenstellungen, für die Hinweise erforderlich sind, abgeleitet.

Hinweise sollen den Verfahrensentwickler bei einer spezifischen Aufgabenstellung unter bestimmten Rahmenbedingungen unterstützen. Für die praktische Anwendbarkeit von Hinweisen müssen dazu sowohl die grundsätzlich möglichen Rahmenbedingungen, unter der ein Verfahren entwickelt wird, als auch die Anforderungen an das Verfahren selbst (das Ergebnis der Verfahrensentwicklung) beachtet werden. Im **Abschnitt 5.2** werden daher zuerst die **Anforderungen an den Prozess der Verfahrensentwicklung** dargestellt. Anschließend werden im **Abschnitt 5.3** die **Anforderungen an das Ergebnis der Verfahrensentwicklung** behandelt. Auf Basis dieser Grundlagen werden im **Abschnitt 5.4 typische Aufgabenstellungen**, für die Hinweise zu erarbeiten sind, auf systematische Weise abgeleitet. Zur Strukturierung der weiteren Arbeit werden im **Abschnitt 5.5 Aufgabenfelder** benannt, entsprechend welcher die identifizierten typischen Aufgabenstellungen gegliedert werden. Hieraus ergibt sich das Gerüst (Struktur und inhaltliche Schwerpunkte) für die Erarbeitung der Hinweise. Im letzten **Abschnitt 5.6** werden abschließende **Bestimmungen** für diese Erarbeitung festgelegt.

### 5.2 Anforderungen an die Hinweise aus dem Prozess der Verfahrensentwicklung

Die Anforderungen aus dem Prozess der Verfahrensentwicklung beschreiben die **anzustrebenden Freiheiten und erforderlichen Einschränkungen** als Voraussetzung für eine praktische Anwendbarkeit der Hinweise. Diese Anforderungen wirken sich daher auf den anzustrebenden Konkretisierungsgrad der Hinweise aus und geben gleichzeitig Themenfelder vor, für die Hinweise zu erarbeiten sind.

Die Hinweise sollen:<sup>36</sup>

- bei unterschiedlichen Organisationsstrukturen anwendbar sein,
- die Gestaltungsfreiheit des Entscheidungsträgers widerspiegeln, insbesondere die Festlegung von eigenen Zielen durch den Entscheidungsträger erlauben,
- die Festlegung der zu berücksichtigenden Maßnahmenarten durch den Entscheidungsträger erlauben,
- flexibel in Hinblick auf die zu verwendenden Datengrundlagen sein,

---

<sup>35</sup> Vgl. Kapitel 3 für entsprechende Quellenangaben.

<sup>36</sup> Die inhaltliche Ableitung dieser Anforderungen erfolgte in Kapitel 2 (vgl. Abschnitt 2.7) und Kapitel 3 (vgl. Abschnitt 3.6). An dieser Stelle erfolgt daher nur eine zusammenfassende Auflistung.



- flexibel in Hinblick auf die zu verwendenden Wirkungsermittlungsmethoden sein,
- die zeitlich vorgelagerten maßnahmenartspezifischen Bedarfsermittlungen und Varianten- auswahl berücksichtigen,
- eine effiziente Entwicklung und Implementierung des Verfahrens unterstützen,
- die Verfahrensentwicklung nach heuristischen Planungsprinzipien berücksichtigen,
- die Gestaltung der Kernelemente eines Bewertungsverfahrens unterstützen,
- der Entwicklung eines geeigneten Ziel- und Wirkungssystems ermöglichen,
- Strukturen für den Verfahrensablauf aufzeigen und dabei
- die Verfahrensziele und -anforderungen berücksichtigen.

Die Hinweise sollen einem Verfahrensentwickler **ausreichende Freiheitsgrade** bieten, damit anwendungsspezifische Voraussetzungen hinsichtlich Organisation, Zielsetzungen, Daten- grundlagen und Maßnahmenarten bei der Verfahrensentwicklung berücksichtigt werden können.

**Im deutschen Regelwerk verankerten Verfahren sollen nicht ersetzt werden.** Die Hinweise sollen die Entwicklung eines Verfahrens unterstützen, welches in Ergänzung zu diesen Verfahren angewandt werden kann. Ergebnisse und Verfahrenselemente dieser anerkannten Verfahren sollen soweit wie sinnvoll berücksichtigt werden.

Die **Verknüpfung von bestehenden maßnahmenartspezifischen Bewertungsverfahren für die maßnahmenartübergreifende Bewertung wird nicht vorgesehen.** Die unterschiedliche Definition von Zielkriterien, die Anwendung von verschiedenen Wirkungsermittlungsmethoden, Bewertungs- zeiträumen, Datengrundlagen und die fehlende systematische Sicherstellung der langfristigen politischen Handlungsfähigkeit verhindern dies.

### 5.3 Anforderungen an die Hinweise aus dem angestrebten Ergebnis der Verfahrensentwicklung

#### 5.3.1 Vorbemerkungen

Als Ergebnis der Verfahrensentwicklung soll ein Verfahren vorliegen, welches den Zielen und Anforderungen einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbau- maßnahmen entspricht. Die erarbeiteten Hinweise müssen die Einhaltung dieser Anforderungen unterstützen.

Diese Anforderungen an das Ergebnis der Verfahrensentwicklung werden vom Verfahrensziel und den Verfahrensanforderungen vorgegeben. Diese werden nachfolgend unter Berücksichtigung der im **Abschnitt 5.2** festgehaltenen erforderlichen Freiheitsgrade konkretisiert.

#### 5.3.2 Verfahrensziel

Das Verfahrensziel lässt sich im Allgemeinen in Form eines angestrebten Zustands und einer oder mehrerer Restriktionen, die bei der Zielerreichung einzuhalten sind, formulieren. Bei der Dring- lichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen wird hierzu in der Regel von einer Maximierung des durch die realisierten Straßenbaumaßnahmen erreichten Nutzens unter Budgetrestriktionen ausgegangen.

Die Anforderungen an das Ergebnis einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung werden auf der Grundlage der in **Abschnitt 2.7** formulierten Grundsätze abgeleitet. Das Ergebnis einer solchen Bewertung soll demnach:

- Budgetgrenzen einhalten,
- wirtschaftlich sein,
- zu keiner wesentlichen Beeinträchtigung der langfristigen politischen Handlungsfähigkeit führen,
- zu einer ausgewogenen Erschließung von Teilräumen beitragen,
- keine Vollzugsverbindlichkeit haben und
- zulässig sowie absolut und relativ vorteilhaft sein.

Das grundlegende Ziel eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung wird entsprechend folgendermaßen definiert:

Das Fundamentalziel eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung ist die:

- Schaffung einer Entscheidungsgrundlage zur Auswahl von Straßenbaumaßnahmen, welche das
- Erreichen eines möglichst hohen Gesamtnutzens unter
- Sicherstellung einer dauerhaften Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur und unter
- Einhaltung eines vorgegebenen und begrenzten Budgets unterstützt.

Dieses Fundamentalziel bringt zum Ausdruck, dass die **Entscheidung letztendlich durch den legitimierten Entscheidungsträger** vollzogen werden muss. Das Ergebnis des Bewertungsverfahrens kann und soll ausschließlich als (nachvollziehbare und belastbare) Unterstützung dieser Entscheidung dienen.

Der Gesamtnutzen wird grundsätzlich als Überlagerung aller kurz-, mittel- und langfristigen Vor- und Nachteile für die direkt und indirekt Betroffenen verstanden und umfasst die geforderte relative Vorteilhaftigkeit des Bewertungsergebnisses. Die Definition des Fundamentalziels spiegelt die für die Praxis geltende Tatsache wider, dass eine **Nutzenmaximierung** im vorliegenden Kontext zu keiner einzig richtigen oder optimalen Lösung führen wird.<sup>37</sup>

Die Sicherstellung einer **dauerhaften Funktionsfähigkeit** der Straßeninfrastruktur wird als einzuhaltende Restriktion festgelegt. Für die vorliegende Arbeit wird die Funktionsfähigkeit so verstanden, dass für den Verkehrsteilnehmer eine angemessene Befahrbarkeit und Sicherheit sowie gleichzeitig bewältigbare Investitions- und Betriebskosten und vertretbare Umfeldbeeinträchtigungen gewährleistet werden. Die dauerhafte Funktionsfähigkeit wird an das **Nachhaltigkeitsprinzip** angelehnt. Es soll zum Ausdruck bringen, dass die Nutzenoptimierung nicht dazu führen darf, dass notwendige Maßnahmen so weit in die Zukunft verschoben werden, dass hierdurch die langfristige politische Handlungsfähigkeit oder die ausgewogene Erschließung von Teilräumen beeinträchtigt werden.

Als weitere Restriktion gilt, dass vorgegebene und (innerhalb des Entscheidungsverfahrens) unveränderliche **Budgetbeschränkungen** einzuhalten sind. Die Verschiebung von notwendigen Maßnahmen in die Zukunft darf nicht dazu führen, dass die Sicherstellung der Funktionsfähigkeit über Sonderinvestitionsprogramme o.Ä. erfolgen muss. Sofortmaßnahmen, die außerhalb einer

---

<sup>37</sup> Es gilt das heuristische Prinzip der beschränkten Rationalität (vgl. GRÜNIG ET AL. 2013).

vergleichenden Bewertung aufgrund von unakzeptablen Situationen entstehen, sind auf ein Minimum zu reduzieren und innerhalb des verfügbaren Budgets zu realisieren.

Die **Zulässigkeit** der Handlungsalternative ist unter Voraussetzung der Vollzugsunverbindlichkeit der Ergebnisse dann gegeben, wenn für die gewählte Handlungsalternative die Budgeteinschränkungen eingehalten werden und die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur sichergestellt ist. Über die Kombination von Nutzenmaximierung und Budgetbeschränkung wird der geforderten **Wirtschaftlichkeit** Rechnung getragen. Die **absolute Vorteilhaftigkeit** von Handlungsalternativen wird durch die absolute Vorteilhaftigkeit der Einzelmaßnahmen als ausreichend abgesichert angenommen.<sup>38</sup>

### 5.3.3 Verfahrensanforderungen

Die Verfahrensanforderungen wurden im **Abschnitt 2.7** bzw. **Abschnitt 3.6** zusammengefasst. Die Hinweise zur Verfahrensentwicklung sollen demnach zu Verfahren führen, die folgenden **sachlichen Anforderungen** genügen:

- die Bewertung von einer hohen Anzahl an Maßnahmen ermöglichen,
- Maßnahmen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer und unterschiedlichen Kosten vergleichen können,
- vielfältige Wirkungsarten und breite Wirkungsspektren,
- statische und dynamische Wirkungsverläufe sowie
- klein- und großräumige Wirkungsausdehnungen bewältigen können,
- Interdependenzen berücksichtigen,
- periodisch wiederholbar sind,
- die Möglichkeit von nachträglichen Veränderungen an den bewerteten Maßnahmen Rechnung tragen,
- aktualisierbar sind,
- Unsicherheiten bei den Datengrundlagen,
- unvollständige Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge und
- verschiedene Datenquellen und Datenlieferanten bewältigen können.

Das Verfahren ist so zu gestalten, dass eine Entscheidungsfindung unter Einhaltung der **methodischen Anforderungen** an ein geregeltes, nachvollziehbares und wiederholbares Entscheidungsverfahren gewährleistet werden kann. Die Hinweise sollen dazu beitragen, dass Verfahren entwickelt werden, die:

- eine konsistente,
- fehlerfreie und
- nachvollziehbare Bewertung von Handlungsalternativen ermöglichen,
- flexibel und
- effizient sind und
- robuste Entscheidungsgrundlagen liefern.

<sup>38</sup> Eine eventuelle Verletzung der Forderung nach absoluter Vorteilhaftigkeit durch Interdependenzwirkungen wird im Folgenden vernachlässigt.

## 5.4 Ermittlung von typischen Aufgabenstellungen bei der Verfahrensentwicklung

Hinweise zur Verfahrensentwicklung sollen bei der sachgerechten und methodisch einwandfreien Lösung von Aufgaben, die sich im Rahmen der Verfahrensentwicklung ergeben, unterstützen.

Für die vorliegende Arbeit sind daher die verschiedenen (typischen) Aufgaben abzuleiten, für die Hinweise zur Unterstützung des Verfahrensentwicklers benötigt werden. Diese Aufgaben sind auf ein – für die Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung – angemessenes Abstraktionsniveau zu konkretisieren.

### 5.4.1 Aufgaben in Zusammenhang mit der Umsetzung des Verfahrensziels

Die Entwicklung eines Verfahrens soll zu einem Ergebnis führen, welches das Erreichen des Verfahrensziels grundsätzlich erlaubt. Verfahren, die im Ergebnis eine Nutzenmaximierung anstreben und dabei ein begrenztes Budgets berücksichtigen, werden in der Verkehrsplanung oft eingesetzt. In **Kapitel 4** wurden bereits einige Beispiele dargestellt. Als geeigneter Verfahrenstyp wurde bereits ein formalisiertes, deterministisches und multikriterielles Entscheidungsverfahren mit Zielgewichtung und Berücksichtigung von Unsicherheit über indirekte Methoden identifiziert (vgl. **Abschnitt 3.4.2**).

Für die **Sicherstellung einer dauerhaften Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur** werden zwar in der Praxis verschiedene Ansätze verfolgt (vgl. **Kapitel 4**), es **hat sich jedoch noch keine Vorgehensweise etabliert**. Das Verfahren ist so zu gestalten, dass eine Entscheidung zur Realisierung von Maßnahmen nur dann in die Zukunft verschoben werden darf, wenn hierdurch die langfristige Finanzierbarkeit oder Funktionsfähigkeit des Straßennetzes nicht beeinträchtigt wird.

**Aufgabe bei der Verfahrensentwicklung (Index):**<sup>39</sup>

- ➔ Entwickeln und Implementieren eines Ansatzes, der eine dauerhafte Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur sicherstellt (**A1**)

### 5.4.2 Aufgaben in Zusammenhang mit der Einhaltung der Verfahrensanforderungen

Die Einung von sachlichen und methodischen Anforderungen ist aufgrund der auftretenden Zielkonflikte eine wesentliche Herausforderung bei der Entwicklung eines Verfahrens.

Damit bei der Vielzahl an Verfahrensanforderungen eine vollständige Übersicht über die typischen Aufgaben bei der Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung sichergestellt werden kann, werden diese Aufgaben nachfolgend systematisch abgeleitet. Hierzu werden die allgemeingültigen methodischen Anforderungen den typischen sachlichen Anforderungen gegenübergestellt. Grundgedanke ist, dass die Fälle, in welchen die Einhaltung der allgemeingültigen methodischen Anforderungen durch die typischen sachlichen Anforderungen erschwert wird, typische Aufgaben für die Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung darstellen.

**Tabelle 10** zeigt die betrachteten Felder zwischen typischen sachlichen und allgemeingültigen methodischen Anforderungen. In den nachfolgenden Abschnitten werden systematisch die typischen Aufgaben bei der Entwicklung eines Verfahrens abgeleitet. Hierzu wird für jedes der Felder auf argumentative Weise überprüft, ob aus der Kombination von sachlichen und methodischen Anfor-

---

<sup>39</sup> Die im Abschnitt 5.4 ermittelten Aufgaben bei der Verfahrensentwicklung werden im Abschnitt 5.5 nach Aufgabenfeldern strukturiert. Zur einfacheren Handhabung werden die Aufgaben über einen Index eindeutig gekennzeichnet.

derungen Konflikte entstehen, deren Lösung zu bestimmten Aufgaben oder Konsequenzen für die Verfahrensgestaltung führt.

		methodische Anforderungen					
		m1	m2	m3	m4	m5	m6
sachliche Anforderungen		logische Konsistenz	Fehlerfreiheit	Nachvollziehbarkeit	Effizienz	Robustheit	Flexibilität
s1	hohe Anzahl an Maßnahmen / Entscheidungsalternativen						
s2	Maßnahmen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer und Kosten						
s3	vielfältige Wirkungsarten und breite Wirkungsspektren						
s4	statische und dynamische Wirkungsverläufe						
s5	klein- und großräumige Wirkungsausdehnungen						
s6	räumliche und zeitliche Wirkungsinterdependenzen						
s7	periodische Wiederholung der Entscheidungsfindung						
s8	Möglichkeit von nachträglichen Veränderungen an den bewerteten Maßnahmen						
s9	aktualisierbar						
s10	Unsicherheiten bei den Datengrundlagen und unvollständige Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge						
s11	verschiedene Datenquellen und Datenlieferanten bewältigen kann.						

Tabelle 10: Matrix der sachlichen und methodischen Verfahrensanforderungen

### Konsistenz (m1)

Der Umfang und die Vielfältigkeit von Wirkungen (Anforderungen **s1**, **s2**, **s3**, **s4**, **s5**, **s6**) führt zu einem erheblichen Bearbeitungsaufwand.

Selbst bei einem hohen Automatisierungsgrad wird zur Einhaltung von akzeptablen Bearbeitungszeiten in der Praxis eine multipersonale Bearbeitung von Bewertungsaufgaben erforderlich sein. Größere Freiheiten bei der Bewertung von Wirkungsbeiträgen erschweren die Einhaltung der Konsistenzforderung erheblich. Subjektiv geprägte Verfahrenselemente sind daher möglichst auszuschließen oder mit eindeutigen und überprüfbaren Bewertungsvorschriften auf beherrschbare Teilaufgaben zu begrenzen.

Der Bearbeitungsaufwand kann durch die Übernahme von Wirkungsermittlungen und/oder Bewertungsergebnissen aus vorgelagerten maßnahmenartspezifischen Bedarfsermittlungen und Variantenauswahl reduziert werden (**s11**). Diese vorgelagerten Ermittlungen basieren ebenfalls auf einem – wie auch immer gearteten – Entscheidungsverfahren. Eine vollständig konsistente Bewertung von der Bedarfsermittlung bis zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeits-

bewertung wird aus Gründen der Effizienz (**m4**) und Nachvollziehbarkeit (**m3**) in der Praxis nicht immer darstellbar sein. Falls im Rahmen der maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung die Bewertung der Faktenlage auf andere Weise als bei dem vorgelagerten Verfahren erforderlich ist (z.B. weil bestimmte Kriterien aus Effizienzgründen nicht in die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung aufgenommen werden), kann dies zu Konsistenzverletzungen führen.

Das Verfahren soll die Bewertung von Maßnahmen mit und ohne planungsrechtliche Absicherung ermöglichen (**s8**). Für Maßnahmen mit planungsrechtlicher Absicherung gilt, dass in der Regel erst im Anschluss an die Dringlichkeitsbewertung eine Plansicherung erfolgen wird. **Die Datengrundlagen für beide Verfahren (Dringlichkeitsbewertung und Plansicherung) und die hieraus abgeleiteten Bewertungen sollten frei von Widersprüchen sein.**

Die periodische Wiederholung der Entscheidungsfindung (**s7**) muss auf konsistente Weise erfolgen. Die Bewertung und Entscheidungsfindung muss in künftigen Fällen nach den gleichen Regeln und Maßstäben erfolgen. Hieraus folgt, dass auch die **für die Zukunft absehbaren Veränderungen des Kontexts der Entscheidungsfindung bei der Verfahrensentwicklung berücksichtigt werden sollten**. Bei der Aktualisierung des Verfahrens (**s9**) müssen hierdurch auftretende Konsistenzverletzungen gegenüber vorhergehenden Verfahrensanwendungen im Vorfeld erkennbar sein.

Die Unsicherheiten bei den Datengrundlagen und die unvollständigen Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge (**s10**) führen zu keinen besonderen Aufgaben in Zusammenhang mit der Konsistenzanforderung.

#### **Aufgaben bei der Verfahrensentwicklung (Index):**

- ➔ Implementieren von eindeutigen Bewertungsvorschriften und Sicherstellen der interpersonellen Überprüfbarkeit von manuellen Bewertungsvorgängen (**A2**)
- ➔ Sicherstellung der Freiheit von Widersprüchen mit vor- und nachgelagerten Verfahren (**A3**)
- ➔ Sicherstellen der Konsistenz der Verfahrensergebnisse bei mehrfacher Verfahrensanwendung (**A4**)

#### **Fehlerfreiheit der Beurteilung, Abwägung und Auswahl (m2)**

Eine hohe Anzahl an Maßnahmen / Entscheidungsalternativen (**s1**) und die vielfältigen räumlichen und zeitlichen Wirkungsinterdependenzen (**s6**) führen nicht unmittelbar zu Aufgaben im Rahmen der Sicherstellung der Fehlerfreiheit der Beurteilung, Abwägung und Auswahl (**m2**). Mittelbar wird aber durch die Anforderung an die Effizienz des Verfahrens (**m4**) der Fehlerfreiheit besondere Aufmerksamkeit zu widmen sein. Insbesondere die Frage nach dem **zulässigen Maß an Abstraktion bei der Wirkungsermittlung** ist hierzu von Bedeutung.

Unterschiedliche Nutzungsdauer und Kosten (**s2**), vielfältige Wirkungsarten und Wirkungsspektren (**s3**) sowie die heterogenen räumlichen und zeitlichen Wirkungsverläufe und -ausdehnungen (**s4**, **s5**) sind fehlerfrei zu beurteilen und abzuwägen. Wichtige Voraussetzung hierfür ist die Herstellung der **Vergleichbarkeit** bei der Bewertung von Wirkungsbeiträgen. Die **Gewichtung** von Wirkungsbeiträgen ist eine wesentliche Aufgabe hierbei. In diesen Zusammenhang stellt sich ferner die Frage nach der Festlegung des **Betrachtungszeitraums** und der Berücksichtigung der zu unterschiedlichen Zeitpunkten anfallenden **Maßnahmenkosten**. Ferner sind die verschiedenartigen Erfassungszeitpunkte und Aufbereitungsarten von bewertungsrelevanten Informationen zu harmonisieren (**s11**).

Die Abhängigkeit von mehreren **Fachebenen mit unterschiedlichen Interessenslagen** bei der Bedarfsermittlung und Planung von Maßnahmen (s11) im Vorlauf zu einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung kann Risiken für die Fehlerfreiheit der Ergebnisse haben, wenn durch die Fachebenen aufgrund der Entscheidungsfindung Vor- oder Nachteile entstehen können. Dies kann eintreten, wenn z.B. für die Entscheidungsträger auf vorgelagerten Ebenen Anreize bestehen, möglichst viele Maßnahmen über die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung zur Realisierung zu bringen. Es wurde bereits dargestellt, dass eine vollständig konsistente Bewertung der Faktenlage mit vorgelagerten Verfahren aus Gründen der Effizienz (m4) und Nachvollziehbarkeit (m3) in der Praxis nicht darstellbar sein wird. Trotzdem ist sicherzustellen, dass **nur relativ vorteilhafte Maßnahmenvarianten in die Bewertung eingehen**.

Ein weiterer Aspekt in diesen Zusammenhang ist die Fehlerfreiheit der verwendeten Maßnahmeninformationen, die für die Bewertung herangezogen werden. Diese Informationen werden in der Regel von den für die Maßnahmenentwicklung zuständigen Fachebenen zur Verfügung gestellt. Es muss sichergestellt sein, dass keine bewusste oder unbewusste Anpassung dieser Informationen zugunsten eines angestrebten Bewertungsergebnisses erfolgt. Dies lässt sich in der Regel dann erreichen, wenn keine subjektiven Informationen über die Eigenschaften einer Maßnahme verwendet werden, sondern die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung auf der Grundlage von **objektiv messbaren und nachprüfaren Datengrundlagen** durchgeführt wird.

Die Bewältigung der Risiken für eine fehlerfreie Bewertung erfordert eine frühzeitige Auseinandersetzung mit den Interessenslagen der Lieferanten von Grundlagendaten und Verantwortlichen für die Anmeldung von Maßnahmen sowie die Etablierung von Kontrollmechanismen zur **Erkennung und Verhinderung von fehlerhaften Informationslieferungen**.

Die periodische Wiederholung der Entscheidungsfindung (s7) führt dazu, dass Entscheidungen gegen Realisierung einer Maßnahme nur eine begrenzte Gültigkeit haben. Beim nächsten Entscheidungsprozess können diese Maßnahmen erneut zur Disposition stehen. Dies ist für eine fehlerfreie Bewertung der Maßnahmen zu berücksichtigen und daher bei der Festlegung des Betrachtungszeitraums einzubeziehen.

Damit bei den gegebenen unterschiedlichen planungsreifen und planungsrechtlichen Anforderungen (s8) sowie trotz der ungenauen und unvollständigen Informationslage (s10) der Maßnahmen eine fehlerfreie Entscheidungsfindung erfolgen kann, sind Verfahrensstrukturen und -abläufe zu schaffen, die eine Reaktion auf eine nachträglich geänderte Ausgangslage erlauben.

Eine Aktualisierung des Verfahrens (s9) muss ohne Beeinträchtigung der Fehlerfreiheit von Beurteilung, Abwägung und Auswahl möglich sein. Dies kann durch eine ausreichende Nachvollziehbarkeit des Verfahrens (m3) sichergestellt werden.

#### **Aufgaben bei der Verfahrensentwicklung (Index):**

- ➔ Sicherstellen der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen bei der Festlegung der Gewichtung von Wirkungsbeiträgen (A5)
- ➔ Sicherstellen der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen bei der Festlegung des Betrachtungszeitraums (A6)
- ➔ Sicherstellen der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen bei Festlegung der Bewertung von Maßnahmenkosten (A7)
- ➔ Harmonisieren der verschiedenen Erfassungszeitpunkte und Aufbereitungsarten von Datengrundlagen (A8)

- ➔ Sicherstellen der Verwendung von objektiven und nachprüfbaren Datengrundlagen (A9)
- ➔ Implementieren von Kontrollmechanismen zur Erkennung und Verhinderung von manipulierten/fehlerhaften Informationslieferungen (A10)
- ➔ Berücksichtigung der begrenzten Gültigkeitsdauer von Entscheidungen zur Nicht-Realisierung einer Maßnahme (A11)
- ➔ Implementieren einer Rückkopplung bei nachträglichen Planungsänderungen (A12)

### Nachvollziehbarkeit (m3)

Die Nachvollziehbarkeit (m3) eines Verfahrens beschreibt das Maß, in dem eine gesellschaftliche Kontrolle der Beurteilung, Abwägung und Entscheidung möglich ist. Außerdem hat die Nachvollziehbarkeit der mit dem Verfahren produzierten Ergebnisse große Bedeutung für die Robustheit des Verfahrens (m5). Erst mit dem Wissen und Verstehen von Unsicherheiten im Ergebnis können diese vom Entscheidungsträger bei der Entscheidungsfindung berücksichtigt werden. Für die Verfahrensentwicklung ist daher generell festzuhalten, dass **Festlegungen zur Ausgestaltung der einzelnen Elemente des Bewertungsverfahrens nachvollziehbar begründet und dokumentiert** werden müssen. Außerdem ist im Rahmen der Verfahrensentwicklung darauf zu achten, dass bei Implementierung des entwickelten Verfahrens nicht nur die Ergebnisse, sondern auch die verwendeten Grundlagen und die für die Nachvollziehbarkeit relevanten Zwischenergebnisse dokumentiert werden können. „Black-Box“ Lösungen sind zu vermeiden.

Bei der Vielzahl an Maßnahmen und Entscheidungsvarianten (s1) wird eine Dokumentation ausschließlich auf der Ebene von Einzelmaßnahmen für die Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit zwar Voraussetzung, in der Regel aber nicht ausreichend sein. Bei der Verfahrensentwicklung ist daher darauf zu achten, dass **Datengrundlagen, Zwischen- und Endergebnisse auf geeignete Aggregationsebenen zusammengefasst dokumentiert** werden können. Als Aggregationsebenen sind z.B. eine Zusammenfassung nach Maßnahmenarten, Zuständigkeitsbereichen oder Wirkungsfeldern geeignet. Die Nachvollziehbarkeit kann über die Darstellung der Ergebnisse in Form von Grafiken oder durch kartografische Ausarbeitungen zusätzlich verbessert werden. Aufgrund der Möglichkeit von nachträglichen Veränderungen an bewerteten Maßnahmen (s8) ist die **Versionierung** von Maßnahmeninformationen anzustreben.

Die unterschiedliche Nutzungsdauer und Kosten (s2), die vielfältigen Wirkungsarten und breiten Wirkungsspektren (s3), die verschiedenen räumlichen und zeitlichen Wirkungsverläufe und Wirkungsausdehnungen (s4, s5) sowie die räumlichen und zeitlichen Wirkungsinterdependenzen (s6) erschweren die Nachvollziehbarkeit einer vergleichenden Maßnahmenbewertung erheblich. **Die Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit setzt hier insbesondere bei der Verfahrensentwicklung an.** Die gewählten Festlegungen zu den berücksichtigten Zielkriterien und die Vorgehensweisen bei der Wirkungsermittlung sind zu dokumentieren. Für die Bewertung der Maßnahmenwirkungen sind möglichst eindeutige Bewertungsregeln zu formulieren, die idealerweise eine Bewertung vollständig ohne subjektive Bewertungselemente erlauben. Sofern auf die Bewertung von bestimmten Wirkungen verzichtet wird (z.B. da keine belastbaren Datengrundlagen oder effiziente Methoden zur Wirkungsermittlung vorliegen), ist dies zu dokumentieren. Generell gilt, dass Unsicherheiten (s10), die sich erkennbar aus den getroffenen Festlegungen für die Entscheidungsfindung ergeben (wie z.B. unberücksichtigte Wirkungen oder vereinfachte Wirkungsermittlungen), möglichst quantitativ, aber zumindest qualitativ beschrieben werden sollten, damit eine Abschätzung der Robustheit der Bewertungsergebnisse (m5) ermöglicht wird.



Uneinheitliche Erfassungszeitpunkte und Aufbereitungsarten von bewertungsrelevanten Informationen sowie die unterschiedlichen/zahlreichen beteiligten Fach- und Entscheidungsebenen und Interessenslagen bei der Bedarfsermittlung und Planung von Maßnahmen (s11) erfordern eine Auseinandersetzung mit der Aussagekraft der verwendeten Datengrundlagen. Die beabsichtigte Weiterverwendung von Daten sollte mit dem Erfasser der Datengrundlagen zurückgekoppelt werden, damit Fehlinterpretationen seitens des Verfahrensentwicklers bezüglich Deutung, Genauigkeit oder Aktualität vermieden werden können. Die **Dateninterpretation ist darüber hinaus für künftige Anwender des Verfahrens zu dokumentieren**. Bei künftigen Anwendungen ist vom Anwender stets zu prüfen, ob die Datenlieferungen weiterhin mit dieser Dateninterpretation übereinstimmen.

Die Dokumentation von unterschiedlichen Interessenlagen von beteiligten Fach- und Entscheidungsebenen wird in der Praxis nicht immer unproblematisch sein, außerdem können diese im Laufe der Zeit Veränderungen unterliegen. Zielführender ist es daher, für das Verfahren weitestgehend objektive, nachprüfbare Datengrundlagen zu verwenden. Durch die Etablierung von **eindeutigen Datenübergabeprozeduren**, die möglichst wenig Raum für subjektive Interpretation lassen, kann das Risiko einer fehlerhaften oder unvollständigen Datengrundlage weiter reduziert werden. Auch die konsequente **Dokumentation von Datenlieferungen** der einzelnen beteiligten Institutionen und die Verteilung (auf geeigneter Aggregationsebene) unter den an der Entscheidungsfindung Beteiligten werden zu einer Versachlichung von Datenlieferungen beitragen. Auf diese Weise kann auf eine inhaltliche Auseinandersetzung mit den tatsächlichen oder vermeintlichen Interessenlagen der Beteiligten verzichtet werden.

In Bezug auf die periodische Wiederholung der Entscheidungsfindung (s7) ist sicherzustellen, dass im Rahmen der Verfahrensentwicklung über die Dokumentation eine Überprüfung der Aktualität von Richtwerten, Wirkungszusammenhängen, Daten-Interpretationen usw. bei künftigen Verfahrensanwendungen möglich ist. Außerdem ist sicherzustellen, dass die Verfahrensstruktur soweit nachvollziehbar ist, dass sie veränderten Rahmenbedingungen auch angepasst werden kann (s9). Dies kann z.B. durch eine **modulare Verfahrensstruktur** und eine **Dokumentation der Struktur** (z.B. in Form von Datenflussdiagrammen, kommentierten Programmcodes usw.) sichergestellt werden.

#### Aufgaben bei der Verfahrensentwicklung (Index):

- ➔ Begründen und Dokumentieren der Festlegungen zur Ausgestaltung der einzelnen Elemente des Verfahrens (A13)
- ➔ Entwickeln und Implementieren einer versionierbaren Dokumentation von Verfahrensergebnissen und Zwischenergebnissen auf geeigneten Aggregationsebenen (A14)
- ➔ Dokumentieren der verwendeten Datengrundlagen und der verbleibenden Unsicherheiten (A15)
- ➔ Abstimmen und Dokumentieren der Datenverwendung und Maßnahmenbewertung mit den zuständigen Fachebenen/Organisationen (A16)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von eindeutigen Datenübergabeprozeduren (A17)
- ➔ Sicherstellen der interpersonellen Überprüfbarkeit der Dokumentationen und Verfahrensregelungen (A18)

### Effizienz (m4)

Die Anforderung an die Effizienz (**m4**) wird aufgrund der Tatsache, dass das Verfahren mehrfach zur Anwendung kommen soll, schwerpunktmäßig auf die Anwendung des Verfahrens bezogen. Mehraufwände im Rahmen der Verfahrensentwicklung und -implementierung sowie die Aktualisierung des Verfahrens (**s9**), die für eine effiziente Verfahrensgestaltung erforderlich sind, sollten dabei aber durch eine geeignete Organisationsstruktur und die Verwendung von vorhandenen Kenntnissen, Systemen und Verfahren auf ein vertretbares Maß begrenzt bleiben.

Die hohe Anzahl an Maßnahmen und die Vielfältigkeit der Maßnahmenwirkungen (**s1, s3, s4, s5, s6**) können zu personell, finanziell und zeitlich aufwändigen Verfahren führen. Insbesondere das Vorhandensein von **räumlichen und zeitlichen Wirkungsinterdependenzen (s6)** zwischen den einzelnen Maßnahmen erhöht die Anzahl an Entscheidungsalternativen enorm. Damit der über das entwickelte Verfahren erreichte Nutzen im Einklang mit dem erforderlichen Einsatz von Ressourcen steht, ist bei der Entwicklung des Verfahrens stets auf aufwandsoptimierte Ansätze zu achten.

Ein wesentlicher Aspekt ist die **Verwendung von vorhandenen Datenressourcen** und die **Minimierung des Aufwands für die Erfassung von Daten (s11)**. Ferner kann die Effizienz insbesondere in Anbetracht der periodischen Wiederholung der Entscheidungsfindung (**s7**) durch eine weitestgehend **automatisierte Übernahme, Verarbeitung und Plausibilisierung von Daten** mit Hilfe von geeigneten EDV-Systemen unterstützt werden.

Effizienzsteigerungen können durch eine entsprechende Strukturierung des Verfahrens erreicht werden. Die Potenziale, die z.B. durch eine **schrittweise Reduzierung des Bewertungsumfangs durch Vorselektion oder durch eine modulare Gestaltung des Verfahrens**, sind bei der Verfahrensgestaltung zu berücksichtigen.

Darüber hinaus sind Effizienzsteigerungen durch eine Vereinfachung der **Wirkungsermittlungen** möglich und in der Praxis immer erforderlich. Die Abstrahierung von Wirkungszusammenhängen ist jedoch jederzeit unter Einhaltung der Anforderungen an die Konsistenz (**m1**) und Fehlerfreiheit (**m2**) und in Zusammenhang mit den Auswirkungen auf die Robustheit der Verfahrensergebnisse (**m5**) zu sehen.

In Zusammenhang mit uneinheitlichen Erfassungszeitpunkten und Aufbereitungsarten von bewertungsrelevanten Informationen (**s10**) ist stets eine **Prüfung der Ausgewogenheit** erforderlich. In der Regel werden vereinfachte Umrechnungsverfahren, z.B. zur Hochrechnung auf einen einheitlichen Bezugshorizont, in Anbetracht der weiteren Unsicherheiten der Entscheidungssituation ausreichen.

Die diversen beteiligten Fach- und Entscheidungsebenen (**s11**) führen zu einem erhöhten Abstimmungsaufwand. Durch die Schaffung einer **geordneten Organisationsstruktur** mit eindeutigen Zuständigkeiten, sowohl für die Verfahrensentwicklung als auch im Rahmen der Verfahrensimplementierung, können ineffiziente Bearbeitungsschritte vermieden werden. Außerdem bietet sich dadurch die Möglichkeit, Aufgaben zu delegieren.

Die Tatsache, dass Maßnahmen eine heterogene Planungsreife aufweisen und unterschiedliche planungsrechtliche Anforderungen haben (**s8**) und Informationen auch sonst ungenau und unvollständig sein können (**s10**), bedeutet, dass es entweder im Verlauf des Entscheidungsprozesses oder im Realisierungszeitraum bis zur nächsten Dringlichkeitsbewertung veränderte Erkenntnisse über die Zulässigkeit oder die Wirkung von einzelnen Maßnahmen geben kann. Zur Sicherstellung einer konsistenten und fehlerfreien Auswahl von Maßnahmen ist bei der Verfahrensentwicklung darauf zu achten, dass **der Verfahrensablauf und die Verfahrensstruktur die Berücksichtigung einer Veränderung von Maßnahmeninformationen mit vertretbarem Aufwand ermöglichen**.

Die unterschiedliche Nutzungsdauer sowie die diversen Kosten von Maßnahmen (s2) führen zu keinen besonderen Aufgaben in Zusammenhang mit der Effizienzanforderung.

#### Aufgaben bei der Verfahrensentwicklung (Index):

- ➔ Prüfen der Verwertbarkeit von vorliegenden Datengrundlagen (A19)
- ➔ Entscheiden über die Verwendung von vorliegenden Datengrundlagen (A20)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von effizienten Datenerfassungsprozeduren (A21)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von Vereinfachungsmöglichkeiten bei der Wirkungsermittlung (A22)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von effizienten Datenübernahme-, Datenverarbeitungs- und Datenplausibilisierungsprozeduren (A23)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von effizienten Bewertungsabläufen (A24)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von effizienten Organisationsstrukturen für Abstimmung und Bearbeitung (A25)
- ➔ Sicherstellen einer effizienten Verarbeitung von Planungsveränderungen (A26)

#### Robustheit (m5)

Robustheit (m5) beschreibt die Empfindlichkeit eines Entscheidungsverfahrens gegenüber Variationen in der Datensituation. Die Robustheitsanforderung folgt aus der Anforderung nach Fehlerfreiheit der Beurteilung (m2) und ist in engem Zusammenhang mit den Anforderungen nach Nachvollziehbarkeit (m3), Effizienz (m4) und Flexibilität (m6) zu sehen.

Die Kombination einer hohen Anzahl an Maßnahmen und damit an Entscheidungsalternativen (s1), die Vielfältigkeit der Maßnahmenwirkungen (s2, s3, s4, s5, s6) sowie eine unsichere Entscheidungssituation (s8, s10) führen dazu, dass bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen eine **robuste Entscheidungsfindung nicht ohne Weiteres als gegeben angesehen werden kann**.

Entsprechend ist die Sicherstellung eines ausreichenden Maßes an Robustheit eine wesentliche Aufgabe im Rahmen der Verfahrensentwicklung. Die erforderliche Robustheit kann letztendlich nur vom Entscheidungsträger bestimmt werden. Hierzu ist eine **Konkretisierung des Robustheitsmaßes** für die vorliegende Entscheidungssituation erforderlich, wozu die **Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers** zu erfassen ist. Für diese Erfassung ist zu berücksichtigen, dass am Verfahren mehrere Fach- und Entscheidungsebenen mit unterschiedlichen Interessenslagen (s11) beteiligt sein werden, die zudem vom Ergebnis der Entscheidung direkt oder indirekt betroffen sein könnten.

Für die Bestimmung der Robustheit müssen die **Unsicherheiten im Verfahren bestimmbar** sein. Der Verfahrensentwickler ist daher gefordert, bei Festlegungen im Rahmen der Verfahrensgestaltung stets die Konsequenzen für die Robustheit der Verfahrensergebnisse mit zu bedenken.

Das entwickelte Verfahren wird mehrfach eingesetzt (s7). Daher sind Prozeduren vorzusehen, die eine (möglichst effizient) wiederholbare Bestimmung der Robustheit erlauben. Eine **Operationalisierung des Robustheitsbegriffs** ist hierzu anzustreben.

Außerdem muss eine effiziente Aktualisierung des operationalisierten Robustheitsmaßes bei einer veränderten Risikobereitschaft des Entscheidungsträgers möglich sein (s9). Eine **Überprüfung der**

**Aktualität des verwendeten Robustheitsmaßes** sollte daher vor jedem neuen Entscheidungsprozess vorgesehen sein.

**Aufgaben bei der Verfahrensentwicklung (Index):**

- ➔ Konkretisierung des Robustheitsbegriffs (A27)
- ➔ Erfassen der Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers (A28)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von Prozeduren zur Operationalisierung der Robustheit (A29)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von Prozeduren zur Aktualisierung des verwendeten Robustheitsmaßes (A30)

**Flexibilität (m6)**

Anforderungen an die Flexibilität (m6) ergeben sich insbesondere in Zusammenhang mit der Wiederholung der Entscheidungsfindung (s7), der Möglichkeit, nachträgliche Veränderungen bei der Maßnahmenplanung zu berücksichtigen (s8) und der Forderung nach Aktualisierbarkeit (s9). Bei der hohen Anzahl an Maßnahmen (s1) wird der Entscheidungsprozess von der anfänglichen Datenerfassung bis zur Entscheidung eine Zeitspanne erfordern, in der bewertungsrelevante Veränderungen wahrscheinlich sind. Die Berücksichtigung von veränderten Grundlagendaten während des Bewertungsprozesses ist für eine fehlerfreie Bewertung und Abwägung (m2) anzustreben. Das Verfahren ist daher so zu gestalten, dass **neue Erkenntnisse unter Einhaltung der sonstigen Verfahrensanforderungen auch während der Verfahrensanwendung berücksichtigt werden können**. Dies stellt insbesondere Anforderungen an die Datenhaltungs- und -verarbeitungsstruktur. Diese ist so zu konzipieren, dass eine Veränderung an einzelnen Datensätzen auf effiziente Weise (m4) möglich ist.

**Bei der Entwicklung des Verfahrens sind bereits absehbare künftige Rahmenbedingungen für die Entscheidungsfindung miteinzubeziehen.** So kann die Häufigkeit, in der das Verfahren an neue Rahmenbedingungen angepasst werden muss, reduziert werden. Ferner wird ein modularer Aufbau des Verfahrens zur Erhöhung der Flexibilität bei einer Aktualisierung beitragen.

Darüber hinaus ergibt sich die Anforderung an Flexibilität aus den Anforderungen nach Robustheit. Eine flexible Verfahrensgestaltung erleichtert die Sicherstellung einer fehlerfreien Entscheidungsfindung bei der unsicheren Entscheidungssituation (s10).

Die Vielfältigkeit der Maßnahmenwirkungen (s2, s3, s4, s5, s6) erfordert ausreichend flexible Wirkungsermittlungsmethoden.

Daten aus verschiedenen Datenquellen (s11) können bei flexiblen Schnittstellen einfacher übernommen werden.

**Aufgaben bei der Verfahrensentwicklung (Index):**

- ➔ Ermitteln und ggf. Implementieren von absehbaren künftigen Entwicklungen (A31)
- ➔ Entwickeln und Implementieren einer modularen Verfahrensstruktur (A32)
- ➔ Dokumentieren der Festlegungen zur Ausgestaltung der einzelnen Elemente des Verfahrens (A33)
- ➔ Entwickeln und Implementieren von flexiblen Datenübernahme-, Datenhaltungs- und Datenverarbeitungsstrukturen (A34)

## 5.5 Strukturierung der Aufgabenstellungen in Aufgabenfeldern

Insgesamt wurden aus den Anforderungen an das Ergebnis der Verfahrensentwicklung 34 typische Aufgabenstellungen abgeleitet, die sich allerdings inhaltlich z.T. überlagern. Fokus der nachfolgenden Erarbeitung von Hinweisen ist die Formulierung von Empfehlungen, die bei der Bewältigung dieser typischen Aufgabenstellungen unterstützen. Die Aufgaben betreffen sowohl klar abgrenzbare Detailaufgaben mit Relevanz für eine spezifische Aufgabe als auch Querschnittsaufgaben der Verfahrensentwicklung.

Zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit und Anwendbarkeit der Hinweise werden die Aufgabenstellungen nach übergeordneten Aufgabenfeldern der Verfahrensentwicklung strukturiert.

Für diese Strukturierung werden die folgenden Aufgabenbereiche und -teilbereiche der Verfahrensentwicklung unterschieden:<sup>40</sup>

1. Aufgaben in Zusammenhang mit der **Grundkonzeption** des Verfahrens
2. Aufgaben bei der **Entwicklung der Grundelemente** eines Verfahrens:
  - a. Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems
  - b. Entwicklung des Bewertungssystems
  - c. Effiziente und robuste Strukturierung des Verfahrensablaufs
3. **Sonstige Aufgaben** bei der Verfahrensentwicklung:
  - a. Datenverarbeitung
  - b. Organisation
  - c. Dokumentation

Nachfolgend ist eine Zuordnung der typischen Aufgabenstellungen zu Aufgabenbereichen und -teilbereichen dargestellt. Ebenfalls dargestellt sind die Abschnitte der vorliegenden Arbeit, in dem schwerpunktmäßig Hinweise für die Bearbeitung dieser Aufgabenstellungen abgeleitet werden. Bei Querschnittsaufgaben, die für eine Vielzahl der behandelten Themen relevant sind, werden nur die wichtigsten Abschnitte aufgeführt.

<sup>40</sup> Grundlage für alle identifizierten Aufgaben ist eine Erfassung des Kontexts des spezifischen Anwendungsfalls. Diese Erfassung des Kontexts für die Verfahrensentwicklung ist als eigenständiger Aufgabenbereich zu sehen. Die diesem Arbeitsbereich zuordenbaren Arbeitsschritte werden in dieser Arbeit nicht gesondert, sondern als Teil der jeweiligen Aufgabenstellung behandelt. Allgemeine Hinweise zur Erfassung von Rahmenbedingungen für die Verfahrensentwicklung können Kapitel 2 entnommen werden.

Index	Aufgabenstellung	Aufgabenbereiche							Hinweise erarbeitet im Kapitel/ Abschnitt
		1 Grundkonzeption	2a Ziel- und Wirkungssystem	2b Bewertungssystem	2c Verfahrensablauf	3a Datenverarbeitung	3b Organisation	3c Dokumentation	
A1	Entwickeln und Implementieren eines Ansatzes, der eine dauerhafte Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur sicherstellt	x	x	x					6 8.3 8.4
A2	Implementieren von eindeutigen Bewertungsvorschriften und Sicherstellen der interpersonellen Überprüfbarkeit von manuellen Bewertungsvorgängen		x	x	x	x	x	x	7.3.3 8 9 10
A3	Sicherstellung der Freiheit von Widersprüchen mit vor- und nachgelagerten Verfahren		x	x	x	x	x	x	7.2 7.4 9.3.5
A4	Sicherstellen der Konsistenz der Verfahrensergebnisse bei mehrfacher Verfahrensanwendung					x	x	x	9.2 10
A5	Sicherstellen der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen bei der Festlegung der Gewichtung von Wirkungsbeiträgen			x					8.2
A6	Sicherstellen der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen bei der Festlegung des Betrachtungszeitraums			x					8.3
A7	Sicherstellen der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen bei Festlegung der Bewertung von Maßnahmenkosten			x					8.4
A8	Harmonisieren der verschiedenen Erfassungszeitpunkte und Aufbereitungsarten von Datengrundlagen		x			x			7.3.3 7.4 10.2
A9	Sicherstellen der Verwendung von objektiven und nachprüfaren Datengrundlagen		x			x	x	x	7.3 / 7.4 10.4
A10	Implementieren von Kontrollmechanismen zur Erkennung und Verhinderung von manipulierten/fehlerhaften Informationslieferungen				x	x	x	x	9.3 10
A11	Berücksichtigung der begrenzten Gültigkeitsdauer von Entscheidungen	x		x					6 8.3
A12	Implementieren einer Rückkopplung bei nachträglichen Planungsänderungen				x				9.3
A13	Begründen und Dokumentieren der Festlegungen zur Ausgestaltung der einzelnen Elemente des Verfahrens	x	x	x	x	x	x	x	7 10.4
A14	Entwickeln und Implementieren einer versionierbaren Dokumentation von Verfahrensergebnissen und Zwischenergebnissen auf geeigneten Aggregationsebenen							x	10.4
A15	Dokumentieren der verwendeten Datengrundlagen und der verbleibenden Unsicherheiten		x					x	7.3 10.4
A17	Entwickeln und Implementieren von eindeutigen Datenübergabeprozessen					x		x	10.2 10.4
A18	Sicherstellen der interpersonellen Überprüfbarkeit der Dokumentationen und Verfahrensregelungen							x	10.4

Index	Aufgabenstellung	Aufgabenbereiche						Hinweise erarbeitet im Kapitel/ Abschnitt	
		1 Grundkonzeption	2a Ziel- und Wirkungssystem	2b Bewertungssystem	2c Verfahrensablauf	3a Datenverarbeitung	3b Organisation		3c Dokumentation
A19	Prüfen der Verwertbarkeit von vorliegenden Datengrundlagen		x			x			7.3 7.4 10.2
A20	Entscheiden über die Verwendung von vorliegenden Datengrundlagen		x						7.3 7.4 10.2
A21	Entwickeln und Implementieren von effizienten Datenerfassungsprozeduren					x			10.2
A22	Entwickeln und Implementieren von Vereinfachungsmöglichkeiten bei der Wirkungsermittlung		x		x				7 9.2
A23	Entwickeln und Implementieren von effizienten Datenübernahme-, Datenverarbeitungs- und Datenplausibilisierungsprozeduren					x			10.2
A24	Entwickeln und Implementieren von effizienten Bewertungsabläufen		x	x	x	x	x	x	7 8 9.2 10
A25	Entwickeln und Implementieren von effizienten Organisationsstrukturen für Abstimmung und Bearbeitung				x		x		7 9.2 10.3
A26	Sicherstellen einer effizienten Verarbeitung von Planungsveränderungen				x				9
A27	Konkretisierung des Robustheitsbegriffs				x				9.3
A28	Erfassen der Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers				x				9.3
A29	Entwickeln und Implementieren von Prozeduren zur Operationalisierung der Robustheit				x				9.2 9.3
A30	Entwickeln und Implementieren von Prozeduren zur Aktualisierung des verwendeten Robustheitsmaßes				x				9.3 10.4
A31	Ermitteln und ggf. Implementieren von absehbaren künftigen Entwicklungen		x						7.2
A32	Entwickeln und Implementieren einer modularen Verfahrensstruktur	x	x	x	x	x	x	x	7 9.2
A33	Dokumentieren der Festlegungen zur Ausgestaltung der einzelnen Elemente des Verfahrens	x	x	x	x	x	x	x	7 10.4
A34	Entwickeln und Implementieren von flexiblen Datenübernahme-, Datenhaltungs- und Datenverarbeitungsstrukturen					x			10.2

Tabelle 11: Zuordnung der typischen Aufgabenstellungen bei der Verfahrensentwicklung nach Aufgabenbereichen

## 5.6 Bestimmungen für die Erarbeitung von Hinweisen

Nachfolgend werden **Bestimmungen**, die für das Verständnis der nachfolgenden Erarbeitung von Hinweisen vorausgesetzt werden, festgelegt.

Unter einer **Straßenverkehrsanlage (sva)** wird im Folgenden ein eindeutig abgegrenztes Element des relevanten Straßennetzes verstanden. Eine Straßenverkehrsanlage umfasst einen oder mehrere **Anlagenteile (at)**, wobei ein Anlagenteil stets einer Straßenverkehrsanlage eindeutig zugeordnet werden kann.

Vorausgesetzt wird, dass das Straßenverkehrsnetz ausschließlich Straßenverkehrsanlagen enthält, die für die Erfüllung der Aufgaben des zuständigen Baulastträgers notwendig sind.<sup>41</sup>

Der Zustand von Anlagenteilen von Straßenverkehrsanlagen wird über **Zustandsmerkmale (zm)** beschrieben. Zur Differenzierung von verschiedenen Zustandsmerkmalen wird der Index z verwendet.

Der Zustand eines Anlagenteils hat Auswirkungen für den Betreiber, den Nutzer oder das Umfeld. Über den Index w werden die verschiedenen **Wirkungsmerkmale (wm)** differenziert.

**Maßnahmen (m)** bezeichnen geplante Veränderungen am Zustand eines oder mehrerer Anlagenteile oder bei Neubau die Schaffung von Anlagenteilen mit bestimmten Zustandsmerkmalen. Gegenstand der Entscheidungsfindung ist stets ein **Maßnahmenkollektiv (M)**. Zur Differenzierung der verschiedenen Maßnahmen eines Maßnahmenkollektivs wird der Index m verwendet, die Anzahl der Maßnahmen eines Maßnahmenkollektivs M wird mit  $n_m$  angegeben. Eine Maßnahme wird räumlich stets so abgegrenzt, dass sie unabhängig von der Realisierung (oder Nicht-Realisierung) von anderen Maßnahmen des Maßnahmenkollektivs umgesetzt werden kann. Für die Gestaltung des Verfahrens wird folglich vorausgesetzt, dass eine Maßnahme nur in „Teilmaßnahmen“ aufgeteilt werden kann, wenn diese Teilmaßnahmen alle als eigenständige Maßnahmen realisiert werden können, und dass sich ausschließende Maßnahmenvarianten kein Gegenstand der Entscheidungsfindung sind.

Für alle Maßnahmen gilt stets, dass sie aufgrund eines festgestellten Mangels (Unterschreitung eines Sollzustands) entwickelt worden sind und zur Behebung des Mangels als **absolut und relativ vorteilhaft** angesehen werden können. Ferner wird vorausgesetzt, dass die Zulässigkeit der Maßnahme gegeben oder für planungsrechtlich abzusichernde Maßnahmen zumindest wahrscheinlich ist.

Die Entscheidungsfindung findet periodisch statt, es sind also regelmäßig **wiederkehrende Entscheidungsprozesse (E\_PR)** durchzuführen. Die nachfolgenden Darstellungen betreffen, wenn nicht anders angegeben, einen Entscheidungsprozess mit vollständig bekanntem Maßnahmenkollektiv, der auch als „aktueller Entscheidungsprozess“ bezeichnet wird. „Künftige Entscheidungsprozesse“ betreffen Entscheidungsfindungen, für die das Maßnahmenkollektiv noch nicht abschließend bekannt ist und die zeitlich nach dem aktuellen Entscheidungsprozess stattfinden. „Vergangene Entscheidungsprozesse“ bezeichnen in der Vergangenheit (vor dem aktuellen Entscheidungsprozess) durchgeführte Entscheidungsfindungen.

Jeder Entscheidungsprozess wird zu einem bestimmten **Entscheidungszeitpunkt (ez)** mit einer Entscheidung abgeschlossen. Das Ergebnis eines Entscheidungsprozesses hat bis zum Abschluss des

---

<sup>41</sup> Ob Verkehrsanlagen in diesem Zusammenhang verzichtbar sind (z.B. ob Streckenabschnitte anders klassifiziert werden sollten oder ob Streckenelemente zur Sicherstellung der raumordnerischen Zielvorgaben notwendig sind), ist außerhalb des Verfahrens zu prüfen. Der Verzicht auf nicht zwingend erforderliche Infrastruktur ist ein mögliches Instrument, um Kosten langfristig zu senken.



nächsten Entscheidungsprozesses Gültigkeit. Bei jedem folgenden Entscheidungsprozess hat eine neue Entscheidungsfindung unter Berücksichtigung des dann vorliegenden Maßnahmenkollektivs zu erfolgen.

Der Zeitraum zwischen zwei Entscheidungszeitpunkten wird im Folgenden als **Entscheidungsperiode (ep)** bezeichnet. Zur Differenzierung der verschiedenen Entscheidungszeitpunkte und -perioden wird der Index  $p$  verwendet. Für Elemente des aktuellen Entscheidungsprozesses ist  $p$  gleich 0.  $ez_0$  und  $ep_0$  bezeichnen demnach den aktuellen Entscheidungszeitpunkt sowie die aktuelle Entscheidungsperiode. Mit  $p = 1, 2, 3, \dots$  werden künftige Entscheidungen angegeben. Mit  $p = -1, -2, -3, \dots$  werden vergangene Entscheidungsprozesse bezeichnet.

Das Ergebnis eines Entscheidungsprozesses wird auf Maßnahmenebene durch folgende Entscheidungszustände charakterisiert:

- Eine **positive Entscheidung** führt zur Einleitung der Realisierung<sup>42</sup> während der folgenden Entscheidungsperiode  $ep_0$ . Sollte dies nicht geschehen, entfällt die positive Entscheidung. Im Rahmen des nächsten Entscheidungsfindungsprozesses wird eine neue Entscheidung getroffen.
- Wenn eine **negative Entscheidung** getroffen wird, hat dies ausschließlich Konsequenzen für die aktuelle Entscheidungsperiode  $ep_0$ . Über die betroffenen Maßnahmen wird vor jeder künftigen Entscheidungsperiode neu entschieden. Dies wird so lange fortgesetzt, bis eine positive Entscheidung getroffen und die Maßnahme realisiert wird oder bis die Maßnahme nicht mehr im Maßnahmenkollektiv einer Entscheidungsfindung enthalten ist.

$m_{pos}$  bezeichnet eine Maßnahme  $m$  mit positiver Entscheidung,  $m_{neg}$  eine Maßnahme mit negativer Entscheidung.

Die Entscheidung wird für **Handlungsalternativen (h)** getroffen. Eine Handlungsalternative ist eine bestimmte Konstellation von Maßnahmen des Maßnahmenkollektivs, bei der für jede Maßnahme zumindest entweder eine positive oder eine negative Entscheidung angenommen wird.  $M_{pos,h}$  bezeichnet das Kollektiv der Maßnahmen mit positiver,  $M_{neg,h}$  das Kollektiv der Maßnahmen mit negativer Entscheidung für eine Handlungsalternative  $h$ . Es gilt stets:

$$M_{pos,h} + M_{neg,h} = M \quad (1)$$

Als **Entscheidungsklasse (ek)** wird in der vorliegenden Arbeit eine Zusammenfassung von Maßnahmen anhand deren Bewertungsergebnisse verstanden. Die Maßnahmenkollektive  $M_{pos}$  und  $M_{neg}$  sind folglich Entscheidungsklassen. Eine weitere Differenzierung des Maßnahmenkollektivs in zusätzlichen Entscheidungsklassen ist möglich, z.B. zur weiteren Unterscheidung von Prioritätsstufen.

Die Investitionskosten einer Maßnahme  $m$  werden mit  $k_{inv,m}$  bezeichnet. Sie beschreiben die Kosten für Realisierung einer Maßnahme, die das verfügbare Budget belasten. Die Summe der Investitionskosten für eine Handlungsalternative  $h$  ist  $K_{inv,h}$ .  $B_0$  ist das verfügbare Budget für die aktuelle Entscheidungsperiode. Eine Handlungsalternative  $h$  wird im folgendem als **zulässig** bezeichnet, wenn die Kosten  $K_{inv,h}$  für die Handlungsalternative gleich oder geringer als das verfügbare Budget  $B$  sind ( $K_{inv,h} \leq B$ ).

<sup>42</sup> Für Maßnahmen mit Planungsrecht erfolgt eine Freigabe von Finanzmitteln zur Einleitung der nächsten Planungsschritte. Die Investitionskosten werden erst nach Erlangung von Baurecht freigegeben, sind aber für die Realisierung der Maßnahme „reserviert“.

Die zur Umsetzung empfohlene Handlungsalternative wird als **Entscheidungsalternative** bezeichnet. Im Verlauf der Entscheidungsbildung kann die Bildung von vorläufigen Entscheidungsalternativen erforderlich sein.

Die Entscheidungsfindung beruht auf der vergleichenden Bewertung des erwarteten Nutzens von Maßnahmen. Der **Bewertungszeitraum (BZ)** bezeichnet im Folgenden den Zeitraum, über den der Nutzen von Maßnahmen ermittelt und bewertet wird.

Bei einer maßnahmenübergreifenden Bewertung sind Maßnahmen mit unterschiedlichen Nutzungsdauern und Nutzenverhalten vergleichend zu bewerten. Damit die Wirkungsvariabilität von Maßnahmen miterfasst werden kann, wird von einer Unterteilung des Bewertungszeitraums in mehrere **Bewertungsperioden (bp)** ausgegangen.

Der **Gesamtnutzwert einer Maßnahme m** wird mit  $u_m$  angegeben. Dieser ergibt sich aus der Summe der Nutzwertbeiträge für die einzelnen Bewertungsperioden.

$$u_m = \sum_{i=1}^{n_{bp}} u_{m,i} \quad (2)$$

Mit:

$u_m$	Gesamtnutzwert einer Maßnahme m über den Bewertungszeitraum BZ
$u_{m,i}$	Nutzwert einer Maßnahme m in der Bewertungsperiode i
$n_{bp}$	Anzahl Bewertungsperioden im Bewertungszeitraum BZ

Der Gesamtnutzwert einer Maßnahme m wird aus mehreren **Teilnutzwerten** ( $u_{zk,m}$ ) gebildet. Die Teilnutzwerte geben den Zielerreichungsgrad für jeweils ein Zielkriterium ( $zk$ ) wieder. Der Gesamtnutzwert wird unter Berücksichtigung einer **Gewichtung** ( $w_{zk}$ ) der einzelnen Teilnutzwerte gebildet.

$$u_m = \sum_{zk=1}^{n_{zk}} w_{zk} u_{zk,m} \quad (3)$$

Mit:

$u_m$	Gesamtnutzwert einer Maßnahme m
$w_{zk}$	Gewichtungsfaktor für das Zielkriterium zk
$u_{zk,m}$	Teilnutzwert der Maßnahme m für das Zielkriterium zk
$n_{zk}$	Anzahl Zielkriterien

Der Nutzwert einer Maßnahme m wird aus der Differenz des Wirkungswerts eines Wirkungsbereichs mit und ohne Maßnahme m gebildet.

$$u_{zk,m} = f_{zk}(imp_{zk,pos,m} - imp_{zk,neg,m}) \quad (4)$$

Mit:

$U_{zk,m}$	Teilnutzwert der Maßnahme m für das Zielkriterium zk
$f_{zk}(x)$	Nutzwertfunktion für das Zielkriterium zk
$imp_{zk,pos,m}$	Wirkungswert bei einer positiven Entscheidung für Maßnahme m
$imp_{zk,neg,m}$	Wirkungswert bei negativer Entscheidung für Maßnahme m

$U_h$  bezeichnet den **Gesamtnutzen einer Handlungsalternative h**.

Der **Realisierungszeitpunkt** ( $r_m$ ) einer Maßnahme entspricht dem Zeitpunkt, ab dem für diese Maßnahme Nutzenbeiträge entstehen. Der Realisierungszeitpunkt wird im Folgenden stets auf eine Bewertungsperiode bezogen. Eine Maßnahme wird bei einer positiven Entscheidung aufgrund der erforderlichen Vorbereitungen in der Regel nicht direkt realisiert werden. Die Mindestanzahl der Bewertungsperioden zwischen Entscheidungszeitpunkt und Realisierungszeitpunkt einer Maßnahme  $k$  wird als **Mindest-Realisierungszeitraum** ( $r_{min,m}$ ) bezeichnet. Der früheste Realisierungszeitpunkt einer Maßnahme  $m$  in der Entscheidungsperiode  $p$  kann folgendermaßen bestimmt werden:

$$r_{p,m} = ez_p + r_{min,m} \quad (5)$$

Mit:

$r_{p,m}$	Realisierungszeitpunkt einer Maßnahme $m$ bei einer positiven Bewertung in der Entscheidungsperiode $p$
$ez_p$	Entscheidungszeitpunkt $p$
$r_{min,m}$	Mindestanzahl der Bewertungsperioden zwischen Entscheidungszeitpunkt und Realisierungszeitpunkt für die Maßnahme $m$

Die **Nutzungsdauer** von Anlagenteilen wird mit **ND** angegeben.  $ND_m$  beschreibt die Zeitspanne, über die eine Maßnahme  $m$  ab dem Realisierungszeitpunkt  $r_m$  im Vergleich zur Situation ohne Realisierung der Maßnahme  $m$  zusätzliche Nutzen generiert ( $u_m > 0$ ). Sofern für neu errichtete bzw. für Maßnahmen an bestehenden Anlagenteilen in Zukunft Erhaltungsmaßnahmen oder Erneuerungsmaßnahmen zur Erhaltung der Funktionalität der Verkehrsanlage erforderlich sind, sind diese Gegenstand von künftigen Entscheidungsprozessen.

---

## 6 Hinweise für die Grundkonzeption des Verfahrens

---

### 6.1 Vorbemerkungen

Das Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung soll nicht nur die Sicherung der Finanzierbarkeit und Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur für die aktuelle Allokationsperiode ermöglichen, sondern auch die **Berücksichtigung von langfristigen Konsequenzen bei der Entscheidungsfindung** unterstützen. Dies folgt aus dem Grundsatz, dass die langfristige politische Handlungsfähigkeit durch die Entscheidungsfindung nicht wesentlich beeinträchtigt werden darf. Im vorhergehenden Kapitel wurde in der Entwicklung eines Ansatzes zur Sicherstellung der dauerhaften Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur eine Aufgabenstellung identifiziert, für die ergänzende Hinweise zu erarbeiten sind. Diese Hinweise werden in diesem Kapitel unter Berücksichtigung der sonstigen Verfahrensziele und -anforderungen erarbeitet.

Hierzu wird zuerst auf die Zulässigkeit einer negativen Entscheidung für eine Maßnahme eingegangen (**Abschnitt 6.2**). Im vorliegenden Kontext ist die periodische Wiederholung der Entscheidungsfindung von besonderer Bedeutung. Sie bewirkt, dass die Entscheidung stets nur über einen begrenzten Zeitraum Gültigkeit hat. Es stellt sich die Frage, unter welchen Voraussetzungen eine zeitliche Verschiebung der Entscheidung (= negative Entscheidung) auf nachfolgende Entscheidungsperioden zulässig ist. Bei einer positiven Entscheidung für eine Maßnahme ist in Zusammenhang mit der langfristigen Finanzierbarkeit und Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur insbesondere die Bindung von künftigen Finanzmitteln in die Entscheidungsfindung einzubeziehen (**Abschnitt 6.3**). Dabei ist abzuwägen, ob durch die Realisierung einer Maßnahme die Handlungsmöglichkeiten von künftigen Entscheidungsträgern infolge von z.B. Folgekosten derart beeinträchtigt werden, dass dem Ziel einer langfristigen Finanzierbarkeit der Straßeninfrastruktur nicht mehr Genüge getan wird.

Aufbauend auf diesen Überlegungen wird ein Ansatz dargestellt, der beschreibt, wie die Einhaltung dieser Voraussetzungen bei der Entscheidungsfindung verankert werden kann und welche Folgen dies für die Definition von Maßnahmen hat (**Abschnitt 6.4**). Anschließend werden diese Erkenntnisse als Grundlage für die eine Verfahrensentwicklung operationalisiert (**Abschnitt 6.5**). Das Kapitel endet mit einer Zusammenstellung der hieraus folgenden Hinweise für die Verfahrensentwicklung (**Abschnitt 6.6**).

### 6.2 Zulässigkeit einer negativen Entscheidung

Die Ergebnisse des Entscheidungsverfahrens sollen dazu führen, dass die dauerhafte Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur sichergestellt wird. Maßnahmen dürfen folglich nur dann in die Zukunft verschoben werden, wenn hieraus keine unakzeptablen Einschränkungen für die langfristige Funktionalität des Straßennetzes entstehen.

Die Einhaltung dieser Folgerung verlangt zur Bestimmung der Funktionsfähigkeit einer Straßenverkehrsanlage die Definition von Mindestanforderungen, die jederzeit einzuhalten sind. Mindestanforderungen sind in diesem Zusammenhang nicht zwingend mit Zielgrößen oder Auslösekriterien für Straßenbaumaßnahmen gleichzusetzen. Eine **Mindestanforderung** definiert den Bereich, innerhalb welchem eine (geregelter) Nutzung der Straßenverkehrsanlage (ggf. unter Inkaufnahme von Nutzungseinschränkungen) für ein bestimmtes Wirkungsmerkmal (gerade) noch möglich ist.

Nachfolgend werden Merkmale, die die Realisierung einer Maßnahme rechtfertigen, als „**oberer Eingriffsgrenzwert**“ (**o\_eg**) bezeichnet. Für die jederzeit einzuhaltenden Mindestanforderungen wird der Begriff „**unterer Eingriffsgrenzwert**“ (**u\_eg**) verwendet.

**Formalisierung:**

Die Mindestanforderung an ein Wirkungsmerkmal  $w$  sei  $u_{eg_w}$ . Die Mindestanforderung  $u_{eg_w}$  wird so definiert, dass eine Unterschreitung dieser nicht zulässig ist. Die Ausprägung des Wirkungsmerkmals  $w$  für ein Anlagenteil  $l$  sei ohne Maßnahme  $m$   $w_{w,l,m_{neg,m}}$  und mit Maßnahme  $w_{w,l,m_{pos,m}}$ .

Die Zulässigkeit, eine Maßnahme  $m$  zeitlich von einer Entscheidungsperiode  $ep_p$  auf die folgende Periode  $ep_{(p+1)}$  zu verlegen, wird über die Funktion

$$V(m, p) = \begin{cases} 0 & \text{wenn } \forall w_{w,l,m_{neg,m}} \geq u_{eg_w} \\ 1 & \text{wenn } \exists w_{w,l,m_{neg,m}} < u_{eg_w} \end{cases} \quad \forall w \in \{1, \dots, n_w\} \quad (6)$$

mit:

$m$	Maßnahme $m$
$w_{w,l,m_{neg,m}}$	Wirkungsmerkmal $w$ für das Anlagenteil $l$ in der Entscheidungsperiode $p$ ohne Realisierung der Maßnahme $m$
$p$	Entscheidungsperiode $p$
$n_w$	Anzahl der Wirkungsmerkmale
$u_{eg_w}$	Mindestanforderung für das Wirkungsmerkmal $w$

zum Ausdruck gebracht.  $V$  ist gleich 0, wenn sämtliche Mindestanforderungen eingehalten werden. Die geplante Maßnahme  $m$  ist bei  $V$  gleich 0 in der Folge nicht zwingend in der Entscheidungsperiode  $ep_p$  umzusetzen.  $V$  ist gleich 1, wenn mindestens eine Mindestanforderung nicht eingehalten wird und ein Eingriff zur Einhaltung der Mindestanforderungen in der Entscheidungsperiode  $ep_p$  erfolgen muss.<sup>43</sup>

Auf der Grundlage von Formel ( 6 ) können Maßnahmen für eine bestimmte Anzahl an künftigen Entscheidungsperioden nach verschiedenen Typen eingeteilt werden:

1.  $V(m, p) = 1$  für  $p = 0$

Die Maßnahme  $m$  ist innerhalb der Entscheidungsperiode zu realisieren. Die Menge der Maßnahmen dieses Typs von Maßnahmen wird im Folgenden als **nicht verschiebbare Maßnahmen** (NV\_M) bezeichnet. Die Entscheidungsfindung kann sich für diese Maßnahmen höchstens mit der Fragenstellung befassen, zu welchem Zeitpunkt innerhalb der aktuellen Entscheidungsperiode die Realisierung erfolgen soll.

2.  $V(m, p) = \begin{cases} 0 & \text{für } p = 0 \\ 1 & \text{für mindestens ein } p > 0 \end{cases}$

Die Maßnahme  $m$  kann zeitlich verschoben werden, sie ist in künftigen Entscheidungsperioden aber mit Sicherheit zur Einhaltung der Mindestanforderungen umzusetzen. Die Menge der Maßnahmen dieses Typs wird im Folgenden als **eingeschränkt verschiebbare Maßnahmen** (EV\_M) bezeichnet. Dieser Typ ist dann vorhanden, wenn sich mindestens eine Ausprägung für eine Mindestanforderung an ein Anlagenteil im Zeitverlauf unter die Mindestanforderung verschlechtert. Beispiele für Maßnahmen dieses Typs sind Erhaltungs- und Erneuerungsmaßnahmen.

<sup>43</sup> Hierbei wird vorausgesetzt, dass im Maßnahmenkollektiv  $M_{ep_p}$  stets alle Maßnahmen enthalten sind, die für die Einhaltung aller Mindestanforderungen für alle Anlagenteile der Entscheidungsperiode  $ep_p$  erforderlich sind.

3.  $V(m, p) = 0$  für alle  $p \geq 0$ 

Die Maßnahme  $m$  ist in den berücksichtigten künftigen Entscheidungsperioden nicht zwingend umzusetzen und kann daher uneingeschränkt in die Zukunft verschoben werden. Die Menge der Maßnahmen dieses Typs wird im Folgenden entsprechend als **uneingeschränkt verschiebbare Maßnahmen (UV\_M)** bezeichnet. Eine Maßnahme gehört zu diesem Typ, wenn die Ausprägungen aller relevanten Mindestanforderungen der betroffenen Anlagenteile sich in Zukunft oberhalb der Mindestanforderung bewegen.

**Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Abschnitt 6.2: Zulässigkeit einer negativen Entscheidung

- ⇒ Für die Bestimmung der langfristigen Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur sind **Mindestanforderungen** für relevante Wirkungsmerkmale zu definieren, deren Unterschreitung als unzulässig definiert wird.
- ⇒ Für die **Bestimmung der Zulässigkeit von negativen Maßnahmenentscheidungen sind die drei Maßnahmentypen** („nicht verschiebbare“, „eingeschränkt verschiebbare“ und „uneingeschränkt verschiebbare“), die durch die „Verschiebbarkeit“ von Realisierungsentscheidungen auf nachfolgende Entscheidungssituationen definiert werden, zu unterscheiden.

**6.3 Sicherstellung der Handlungsfähigkeit von Entscheidungsträgern bei künftigen Entscheidungssituationen**

Für eingeschränkt und uneingeschränkt verschiebbare Maßnahmen, die auf eine zukünftige Entscheidungsperiode verschoben werden können, gilt nach dem Verfahrensziel die Restriktion, dass dies nur zulässig ist, solange hierdurch die Handlungsfähigkeit der in Zukunft verantwortlichen Entscheidungsträger nicht beeinträchtigt wird. Die Handlungsfähigkeit ist nicht mehr gewährleistet, wenn die Größenordnung der in die Zukunft verschobenen (finanziellen) Aufwände die zukünftige Handlungsfähigkeit des Baulastträgers/Entscheidungsträgers so stark einschränkt, dass die Sicherstellung der dauerhaften Funktionsfähigkeit beim dann verfügbaren Finanzbudget nicht mehr möglich ist.

Die uneingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen führen zu keiner Beeinträchtigung der zukünftigen Handlungsfähigkeit des Entscheidungsträgers. Diese Maßnahmen können immer wieder auf eine spätere Entscheidungsperiode verschoben werden, ohne dass hierdurch zusätzliche Nachteile für den Entscheidungsträger entstehen. Die o.g. Restriktion gilt daher nur für das Maßnahmenkollektiv der eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen (EV\_M).

Es gilt, dass für jede Entscheidungsperiode  $p$  das Budget ausreichend sein muss, um zumindest die nicht verschiebbaren Maßnahmen zu realisieren.  $NV\_M_p$  sei die Menge der zum Entscheidungszeitpunkt  $p$  nicht verschiebbaren Maßnahmen und  $K_{inv,NV\_M_p}$  die summierten Kosten dieser Maßnahmen:

$$B_p \geq K_{inv,NV\_M_p} \quad \forall p \in \mathbb{N} \quad (7)$$

mit:

$B_p$	Budget für die Entscheidungsperiode $p$
$K_{inv,NV\_M_p}$	Gesamtinvestitionskosten der nicht verschiebbaren Maßnahmen für Entscheidungsperiode $p$

Wenn die Bedingung ( 7 ) nicht eingehalten wird, ist die Sicherstellung einer dauerhaften Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur grundsätzlich nicht möglich; das Budget ist in der Folge für die betroffenen Entscheidungsperioden zu erhöhen.

Die Gesamtinvestitionskosten  $K_{inv,NV\_M_p}$  für nicht verschiebbare Maßnahmen einer Entscheidungsperiode  $p$  ergeben sich nach folgender Formel:

$$K_{inv,NV\_M_p} = K_{inv,NV\_M_{p,p}} + \sum_{x=1}^{n_{ep}} K_{inv,EV\_M_{(p-x),p}} \quad \forall p \in \mathbb{N} \quad (8)$$

mit:

$K_{inv,NV\_M_p}$	Gesamtinvestitionskosten der nicht verschiebbaren Maßnahmen für die Entscheidungsperiode $p$
$K_{inv,NV\_M_{p,p}}$	Gesamtkosten der nicht verschiebbaren Maßnahmen, die zum Entscheidungszeitpunkt $p$ erstmals bewertet werden
$K_{inv,EV\_M_{(p-x),p}}$	Gesamtkosten der Maßnahmen, die bei vergangenen Entscheidungszeitpunkten ( $ez_{p-1}, \dots, ez_{p-x}$ ) bereits bewertet wurden, auf die Entscheidungsperiode $p$ verschoben worden sind und nicht weiter in eine Entscheidungsperiode $p+1$ verschoben werden können
$n_{ep}$	Anzahl der vorhergegangenen Entscheidungsperioden

Die Gesamtkosten der Maßnahmen, die nicht weiter in die Zukunft verschoben werden können, werden demnach durch das Ergebnis der Entscheidungsfindung der vorhergehenden Entscheidungsperioden mitbestimmt.

Die Beurteilung der Auswirkungen einer aktuellen Entscheidungsfindung für die künftige Handlungsfähigkeit des Baulastträgers erfordert demnach Kenntnisse über die Handlungsalternativen und die verfügbaren Budgets für künftige Entscheidungsperioden. Diese werden in der Praxis aber nicht abschließend bekannt sein. Aus diesem Grund wird in der Praxis eine **abschließende Bestimmung der Zulässigkeit einer zeitlichen Verschiebung von Maßnahmen a priori nicht möglich** sein.

Die Bestimmung, ob die zeitliche Verschiebung einer Maßnahme auf eine künftige Entscheidungsperiode zulässig ist, erfordert daher die Voraussetzung von Annahmen.

Kostenänderungen für Maßnahmen, die in der aktuellen Entscheidungsperiode  $ep_0$  zeitlich verschoben werden, werden annähernd zu beziffern sein. Ebenfalls wird die Bestimmung der Periode, in der diese Maßnahme spätestens umzusetzen ist, anhand von Verhaltensfunktionen des Zustands grob ermittelt werden können. Für die Bestimmung der gebundenen Kosten von weiter in der Zukunft liegenden Entscheidungsperioden sind Informationen über künftig eingeschränkt zeitlich verschiebbaren Maßnahmen erforderlich. Der Umfang wird von der dann vorliegenden

Entscheidungssituation bestimmt werden. Die ausschlaggebenden Elemente (Maßnahmen, Ausgangssituation, Budget) sind zur aktuellen Entscheidungsperiode nicht (vollständig) bekannt. Annahmen für die gebundenen Kosten über die nächste Entscheidungsperiode hinaus sind daher spekulativer Natur.

Vor diesem Hintergrund wird eine vereinfachte Randbedingung zur Bestimmung der Zulässigkeit einer zeitlichen Verschiebung von zwingend umzusetzenden Maßnahmen geprüft. Der Grundgedanke beruht darauf, dass solange die eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen alle in der jeweils nächsten Entscheidungsperiode realisiert werden können, die Forderung ( 7 ) mit Sicherheit eingehalten wird:

$$B'_{(p+1)} \geq K'_{inv,NV_{M(p+1),(p+1)}} + K_{inv,EV_{Mp,(p+x)}} \quad \forall p, x \in \mathbb{N} \quad (9)$$

mit:

$B'_{(p+1)}$	geschätztes Budget für die nächste Entscheidungsperiode (p+1)
$K'_{inv,NV_{M(p+1),(p+1)}}$	geschätzte Gesamtkosten der nicht verschiebbaren Maßnahmen, die für die Entscheidungsperiode (p+1) zum ersten Mal bewertet werden
$K_{inv,EV_{Mp,(p+x)}}$	Gesamtkosten aller eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen, die zum Entscheidungszeitpunkt p auf eine beliebige zulässige nächste Entscheidungsperiode verschoben werden

Diese Bedingung wird nur eingehalten, wenn für alle nachfolgenden zukünftigen Entscheidungsperioden alle eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen auch tatsächlich irgendwann umgesetzt werden können. Bei weiter in der Zukunft liegenden Entscheidungsperioden und abnehmenden Budgets kann die Handlungsfähigkeit der dann zuständigen Entscheidungsträger aber derart beeinträchtigt sein, dass nicht mehr alle nichtverschiebbaren Maßnahmen umgesetzt werden können.

Die Forderung, dass durch die Verschiebung von Maßnahmen die Handlungsfähigkeit künftiger Entscheidungsträger nicht beeinträchtigt werden darf, kann mit Sicherheit nur dann eingehalten werden, wenn die nachfolgenden Entscheidungsprozesse stets unter völliger Handlungsfreiheit auch bezüglich neu hinzukommender, eingeschränkt verschiebbarer Maßnahmen erfolgen können, also wenn gilt:

$$B_{(p+1)} \geq K_{inv,NV_{M(p+1),(p+1)}} + K_{inv,EV_{M(p+1),(p+x)}} + K_{inv,EV_{Mp,(p+x)}} \quad \forall p, x \in \mathbb{N} \quad (10)$$

mit:

$B_{(p+1)}$	Budget für die nächste Entscheidungsperiode (p+1)
$K_{inv,NV_{M(p+1),(p+1)}}$	Gesamtkosten der nicht verschiebbaren Maßnahmen, die zum Entscheidungszeitpunkt (p+1) zum ersten Mal bewertet werden
$K_{inv,EV_{Mp,(p+x)}}$	Gesamtinvestitionskosten der eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen, die zum Entscheidungszeitpunkt p auf eine beliebige zulässige nächste Entscheidungsperiode verschoben werden
$K_{inv,EV_{M(p+1),(p+x)}}$	Gesamtkosten der eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen, die zum Entscheidungszeitpunkt p+1 erstmals bewertet werden und auf eine beliebige zulässige Entscheidungsperiode verschoben werden



Für die aktuelle Entscheidungssituation bedeutet dies, das eingeschränkt verschiebbare Maßnahmen nur zeitlich verschoben werden dürfen, solange gilt:

$$K_{inv,EV\_M_{0,(1+x)}} \leq B_1 - K_{inv,NV\_M_{1,1}} - K_{inv,EV\_M_{1,(1+x)}} \quad \forall x \in \mathbb{N} \quad (11)$$

mit:

$K_{inv,EV\_M_{0,(1+x)}}$	Gesamtinvestitionskosten der eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen, die zum aktuellen Entscheidungszeitpunkt auf nachfolgende Entscheidungsperioden verschoben werden sollen
$B_1$	Budget der nächsten Entscheidungsperiode
$K_{inv,NV\_Mez_1}$	Gesamtinvestitionskosten der nicht verschiebbaren Maßnahmen, die zum nächsten Entscheidungszeitpunkt erstmals bewertet werden
$K_{inv,EV\_M_{1,(1+x)}}$	Gesamtinvestitionskosten der eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen, die zum nächsten Entscheidungszeitpunkt erstmals bewertet werden

Eine zeitliche Verschiebung von eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen in maßgeblichen Umfang unter Einhaltung des Verfahrensziels erfordert in der Konsequenz zunehmende Budgets für künftige Entscheidungssituationen und/oder abnehmende Kosten bei den in Zukunft hinzukommenden nicht und eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen.

Für die nächste Entscheidungsperiode werden außerdem das Budget und die Kosten der neu hinzukommenden nicht und eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen benötigt. Diese werden in der Praxis nicht vollständig bekannt sein und müssen daher geschätzt werden.

### Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Abschnitt 6.3: Sicherstellung der Handlungsfähigkeit von Entscheidungsträgern bei künftigen Entscheidungssituationen

- ⇒ Für eingeschränkt verschiebbare Maßnahmen ist zur Sicherstellung der geforderten langfristigen Funktionsfähigkeit des Straßennetzes eine **negative Entscheidung** nur im Falle von **eng abgesteckten Rahmenbedingungen** möglich.
- ⇒ Eine zeitliche Verschiebung dieser Maßnahmen in maßgeblichen Umfang erfordert **zunehmende Budgets** für künftige Entscheidungssituationen und/oder **abnehmende Kosten** bei den in Zukunft hinzukommenden Maßnahmen.
- ⇒ Die **Beurteilung der Verschiebbarkeit** von Maßnahmen erfordert Annahmen und ist mit **Unsicherheit** verbunden. Die Robustheit der Entscheidungsfindung wird hierdurch beeinträchtigt.

## 6.4 Folgen für die Maßnahmendefinition

Im vorhergehenden Abschnitt wurden ausgehend vom Fundamentalziel Bedingungen abgeleitet, die die Möglichkeit einer zeitlichen Verschiebung von Maßnahmen beschränken.

Maßnahmen werden in der Praxis eine Zusammenstellung aus unterschiedlichen Veränderungen an einzelnen Anlagenteilen von Straßenverkehrsanlagen beinhalten. Dies ist zur Ausschöpfung von Synergieeffekten grundsätzlich sinnvoll. **Hierdurch werden aber in der Regel nicht alle**

**Maßnahmenbestandteile Bedeutung für die Sicherstellung der langfristigen Funktionalität des Straßennetzes haben** – auch wenn die Maßnahme als Ganze diese hat.

Als Folge der formulierten Bedingungen müssen Maßnahmen mit zumindest einem Maßnahmenbestandteil, der Bedeutung für die Sicherstellung der langfristigen Funktionalität des Straßennetzes hat, priorisiert werden. Dies wird in der Praxis insbesondere Maßnahmen mit Erhaltungskomponenten betreffen. **Es ist in der Folge das Risiko vorhanden, dass Maßnahmen, die im Kern eine uneingeschränkt verschiebbare Maßnahme darstellen, über eine Erhaltungskomponente unverhältnismäßig priorisiert werden.**

**Beispiel:**

*Modernisierung einer Straße durch richtliniengerechten Querschnittausbau: Beim Querschnittausbau ist eine Erneuerung der Fahrbahndecke erforderlich. Durch diese „Erhaltungsmaßnahme“ an der vorhandenen Fahrbahndecke wird die Maßnahme priorisiert, obwohl durch Verzicht auf die Maßnahmenkomponente „Querschnittausbau“ kein Ausfall der langfristigen Funktionalität des Straßennetzes zu erwarten wäre.*

Dies führt in der Konsequenz dazu, dass der Anteil des Budgets, der für nicht oder eingeschränkt verschiebbare Maßnahmen gebunden ist, höher sein wird, als dies für die Sicherstellung der langfristigen Funktionsfähigkeit des Straßennetzes erforderlich sein würde. Das verbleibende Budget für Maßnahmen, die zeitlich verschiebbar sind, wird in der Folge reduziert.<sup>44</sup> **Eine sachlich korrekte Nutzenabwägung wird dadurch behindert.**

Der z.B. für die Projektbewertung für den BVWP gewählte Ansatz, die Erhaltungsmaßnahmen festzulegen, bevor die Entscheidungsfindung über die übrigen Maßnahmen stattfindet, umgeht diese Problematik, sofern eine konsequente Trennung zwischen Erhaltung und sonstigen Maßnahmen stattfindet. Die stufenweise Durchführung des Entscheidungsverfahrens führt allerdings dazu, dass eine integrierte maßnahmenartübergreifende Bewertung nicht mehr gegeben ist. Die Festlegung der Erhaltungsstrategie hat Konsequenzen für die Realisierungsmöglichkeit der sonstigen Maßnahmen, die zeitliche Verschiebung von Erhaltungsmaßnahmen zugunsten von anderen Maßnahmen ist nicht ohne Weiteres möglich. Diese Vorgehensweise entspricht also nicht der Zielsetzung dieser Arbeit.

Eine Vorgehensweise, die auf der Vorgehensweise der Projektbewertung für den BVWP aufbaut, die damit verbundene Problematik aber umgeht, wird im Folgenden dargestellt. Diese Vorgehensweise entspricht im Grunde dem im **Abschnitt 4.2.4** beschriebenen Ansatz für ein Bauwerksmanagement.<sup>45</sup>

Die langfristige Funktionalität des Straßennetzes ist stets sicherzustellen. Die hieraus folgende Dominanz von bestimmten Maßnahmen kann wie dargestellt die Durchführung einer sachgerechten Abwägung beeinträchtigen. Durch die ergänzende Definition von **Mindestmaßnahmen ( $m_{\min}$ )**, die bei minimierten Kosten die langfristige Einhaltung der Mindestanforderungen an das Straßennetz (gerade noch) sicherstellen, kann diese Beeinträchtigung vermieden werden.

<sup>44</sup> Wenn die Kosten der nicht verschiebbaren Maßnahmen das vorgesehene Budget übersteigen, könnte außerdem eine Aufstockung des Budgets erforderlich werden (da die nicht verschiebbaren Maßnahmen alle realisiert werden müssen), obwohl das Budget zur Sicherstellung der Funktionalität des Straßennetzes auskömmlich gewesen wäre.

<sup>45</sup> vgl. (HOLST 2005).

**Vorteile** der Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen sind:

- **Alle Maßnahmen können nun uneingeschränkt zeitlich verschoben** werden, da die Funktionsfähigkeit des Straßennetzes langfristig gewährleistet ist.
- Für alle Maßnahmen ist daher prinzipiell eine uneingeschränkte vergleichende Bewertung der Nutzen und eine Auswahl nach diesen möglich. **Der einschränkende Faktor für Kostenverschiebungen bei eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen kann bei dieser Vorgehensweise entfallen.**
- Die Schätzung von künftigen Budgets und Kosten von künftigen nicht oder eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen ist nicht mehr erforderlich, wodurch die Unsicherheit verringert und damit die **Robustheit des Ergebnisses verbessert** wird.

**Nachteil** dieser Vorgehensweise ist, dass sie eine **zusätzliche Maßnahmenentwicklung** erfordert. Die Maßnahmenentwicklung hat unter der Prämisse einer Kostenminimierung bei Einhaltung der Mindestanforderungen zu erfolgen. Der zusätzlich erforderliche Aufwand für die Entwicklung von Mindestmaßnahmen kann an dieser Stelle nicht quantifiziert werden.

#### **Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Abschnitt 6.4: Folgen für die Maßnahmendefinition

- ⇒ Eine maßnahmenartübergreifende formalisierte Entscheidungsfindung mit **festgelegten, zusammengestellten Maßnahmen** führt unter Berücksichtigung des formulierten Fundamentalziels zu **suboptimalen Entscheidungen**.
- ⇒ Durch die Definition und Aufnahme von **Mindestmaßnahmen** für die Bewertung kann die geforderte langfristige Funktionsfähigkeit des Straßennetzes eingehalten werden, **ohne dass die Entscheidungsfindung hierzu auf der Grundlage von unsicheren Schätzwerten** zu zukünftigen Budgets und Maßnahmenkosten **erfolgt**.
- ⇒ Diese Vorgehensweise **vermeidet außerdem suboptimale Entscheidungen**, die bei zusammengestellten Maßnahmen mit Erhaltungskomponente auftreten können

## **6.5 Operationalisierung**

Der vorgeschlagene Ansatz über die Festlegung von Mindestmaßnahmen hat Folgen für die Verfahrensgestaltung.

Das Maßnahmenkollektiv der Mindestmaßnahmen bildet für die jeweiligen Entscheidungsperioden die Menge der nicht verschiebbaren Maßnahmen NV\_M. Sie können aber durch eine uneingeschränkt verschiebbare Maßnahme (im Folgenden auch als **disponible Maßnahme** bezeichnet) ersetzt werden.

Nutzen und Kosten von disponiblen Maßnahmen, die Veränderungen an denselben Anlagenteilen bewirken wie Mindestmaßnahmen, sind bei dieser Vorgehensweise mit den entsprechenden **Nutzen- und Kostenbeiträgen der Mindestmaßnahme zu verrechnen**.

Es wird angenommen, dass die **Wirkung einer Mindestmaßnahme mit einer disponiblen Maßnahme korrespondiert**. Mindestmaßnahmen werden in der Folge entweder realisiert oder vollständig durch eine disponible Maßnahme ersetzt. Damit die Nutzungsdauer einer disponiblen Maßnahme mit einer Mindestmaßnahme vergleichbar ist, kann eine Mindestmaßnahme auch aus einer Abfolge von mehreren Teilmaßnahmen bestehen.

Eine zulässige Handlungsalternative ist stets aus einem Kollektiv von nicht korrespondierenden Mindestmaßnahmen und disponiblen Maßnahmen zusammengesetzt. Es gilt:

$$m = \begin{cases} m_{min} & \text{bei } m_{neg} \\ m_{dis} & \text{bei } m_{pos} \end{cases} \quad (12)$$

$$m_{dis} \in M_{pos} \wedge m_{dis} \notin M_{neg}$$

$$m_{min} \in M_{neg} \wedge m_{min} \notin M_{pos}$$

Für die Ermittlung des Nutzens einer Maßnahme über die Nutzungsdauer gilt bei dieser Vorgehensweise vereinfacht:

$$u_{ND,m} = u_{ND,m_{dis}} - u_{ND,m_{min}} \quad (13)$$

Mit:

$u_{ND,m}$	Nutzwert einer Maßnahme $m$ über die Nutzungsdauer $ND$
$u_{ND,m_{dis}}$	Nutzwert einer disponiblen Maßnahme $m_{dis}$ über die Nutzungsdauer $ND$
$u_{ND,m_{min}}$	Nutzwert einer korrespondierenden Mindestmaßnahme $m_{min}$ über die Nutzungsdauer $ND$

Für eine periodisch wiederholbare Maßnahme ergibt sich hieraus folgendes typisiertes Bild für die Nutzenentwicklung bei Realisierung der disponiblen Maßnahme (grüne Linie) oder der korrespondierenden Mindestmaßnahme (rote Linie).

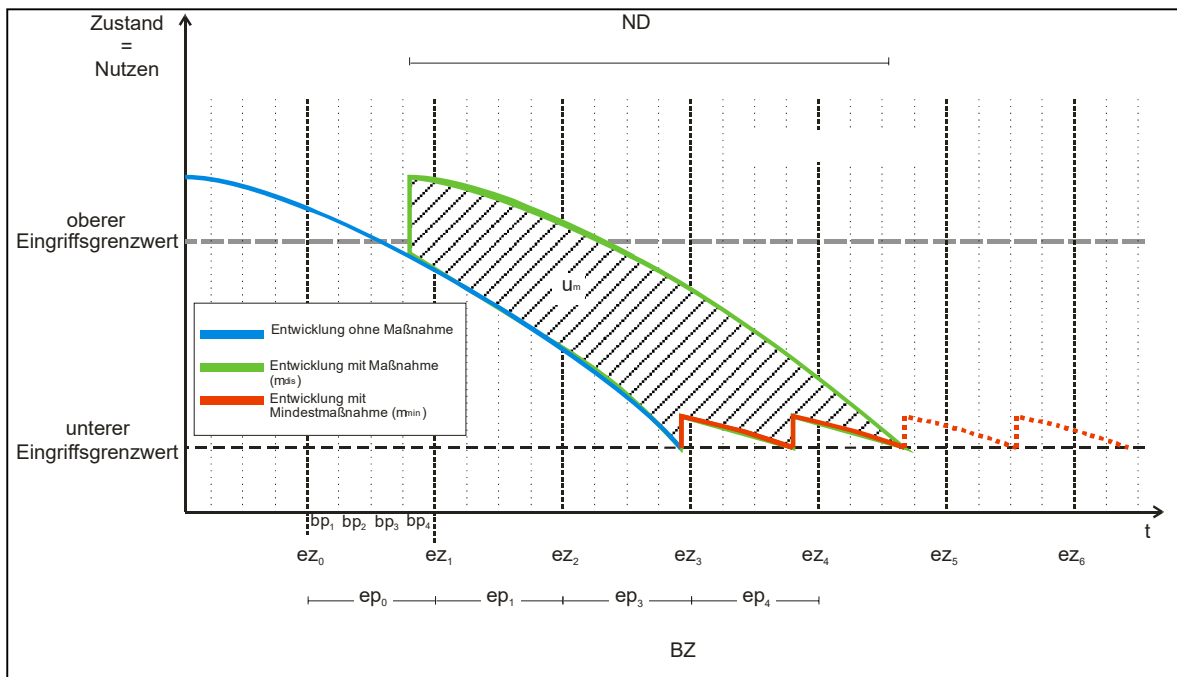


Abbildung 17: Typische Nutzenentwicklung bei Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen

Die Kosten für das Maßnahmenkollektiv der Mindestmaßnahmen bilden dann nach Definition die **absolute Mindesthöhe des Budgets**, welches für die Sicherstellung der langfristigen Funktionsfähigkeit des Straßennetzes unter Berücksichtigung der Mindestanforderungen erforderlich und bereitzustellen ist (wie im **Abschnitt 6.2** dargestellt, sind die Mindestanforderungen so definiert,

dass die Nicht-Einhaltung zu unzulässigen Auswirkungen für Betreiber, Nutzer und/oder Umfeld führt). Hieraus ergibt sich folgende Anforderung an die Mindesthöhe des Budgets  $B_0$ :

$$B_0 \geq K_{inv_{min},0} \quad (14)$$

$$K_{inv_{min},0} = \sum_{m=1}^{n_{m_{min}}} k_{inv,m_{min},0}$$

Mit:

$K_{inv_{min},0}$	Summe der Investitionskosten zur Umsetzung aller für die aktuelle Entscheidungsperiode festgelegten Mindestmaßnahmen
$k_{inv,m_{min},0}$	Investitionskosten zur Umsetzung einer Mindestmaßnahme in der aktuellen Entscheidungsperiode
$B_0$	Budget für die aktuelle Entscheidungsperiode
$n_{m_{min}}$	Anzahl Mindestmaßnahmen

Ferner gilt als Voraussetzung für die Zulässigkeit einer Handlungsalternative:

$$B_0 \leq K_{inv_{neg},0,h} + K_{inv_{pos},0,h} \quad (15)$$

Mit:

$K_{inv_{neg},0,h}$	Summe der Investitionskosten für umzusetzende Mindestmaßnahmen bei Handlungsalternative h
$K_{inv_{pos},0,h}$	Summe der Investitionskosten für umzusetzende disponible Maßnahmen bei Handlungsalternative h
$B_0$	Budget für die aktuelle Entscheidungsperiode

Die Entscheidung wird unter Berücksichtigung des Budgets der aktuellen Entscheidungsperiode und der in dieser Periode anfallenden Investitionskosten getroffen. Damit Verschiebungen von Finanzaufwänden in der Zukunft vermieden werden, sind die Mindestmaßnahmen vor dem Hintergrund einer längerfristig angelegten Strategie zur Minimierung der Kosten für die Sicherstellung der Mindestanforderungen zu entwickeln. Für Fahrbahnen und Bauwerke stellen Pavement-Management-Systeme bzw. Bauwerk-Management-Systeme geeignete Instrumente zur Verfügung.

Die Vorgehensweise für die Bestimmung von Mindestmaßnahmen würde vom Prinzip her ohnehin praktizierten Vorgehensweisen entsprechen. Für andere Maßnahmenarten sind die Mindestmaßnahmen ggf. fallspezifisch zu entwickeln. Bei ohnehin uneingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen ist die Entwicklung einer Mindestmaßnahme auch langfristig nicht erforderlich („nichts tun“ ist zur Einhaltung der Mindestanforderungen ausreichend).

## 6.6 Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Die Sicherstellung der langfristigen Funktionsfähigkeit des Straßennetzes erfordert zur eindeutigen Bestimmung der Funktionsfähigkeit einer Straßenverkehrsanlage die **Definition von eindeutigen Mindestanforderungen**. Diese sind von der Entscheidungsebene (in Zusammenarbeit mit der Verfahrensentwicklungsebene und den zuständigen Fachebenen) festzulegen.

Hierzu bestehen **derzeit keine verbindlichen Vorgaben**. Als Richtgrößen für die Mindestanforderungen können z.B. die Standards für sogenannte „Sofortmaßnahmen“ dienen, über die – in Erwartung einer endgültigen Lösung von festgestellten Defiziten – eine Weiternutzung der Straßen-

verkehrsanlage gewährleistet wird (in der Regel durch Nutzungsbeschränkungen wie Geschwindigkeitsbeschränkungen, Beschränkung des zul. Gesamtgewichts von Fahrzeugen usw.). Eine vom Netzabschnitt abhängige Definition von Mindestanforderungen kann für die Berücksichtigung von bestimmten Belangen sinnvoll sein (z.B. höhere Anforderungen an Strecken, die vom ÖPNV benutzt werden, ausgewiesene Umleitungsstrecken von Bundesautobahnen, Strecken innerhalb von Wasserschutzgebieten usw.).

Durch die Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen wird die Sicherstellung der langfristigen Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung unterstützt, ohne dass hierzu zusätzliche Unsicherheiten infolge von Schätzungen für künftige Budgets oder Maßnahmenkosten im Entscheidungsprozess betrachtet werden müssen. Außerdem werden durch die Definition von Mindestmaßnahmen suboptimale Entscheidungen in Folge von zusammengesetzten Maßnahmen mit Erhaltungskomponenten vermieden.

Für die weitere Arbeit wird daher als grundlegender Ansatz die **Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen** zugrunde gelegt. Die Definition von Mindestmaßnahmen ist keine gängige Praxis, entsprechende Ansätze finden sich aber z.B. bei Bauwerk-Management-Systemen. Aufgabe des Verfahrensentwicklers wird daher die Entwicklung und Implementierung von entsprechenden Verfahrensabläufen zur Festlegung von Mindestmaßnahmen sein. Hierzu kann auf bestehenden Ansätze des PMS und BMS aufgebaut werden, welche grundsätzlich für die Entwicklung von Mindestmaßnahmen als geeignet anzusehen sind.

In **Abbildung 18** ist ein vereinfachtes Ablaufschema mit besonderer Hervorhebung der zusätzlichen Prozessschritte bei einem Verfahrensansatz mit Mindestmaßnahmen dargestellt. Hier sind darüber hinaus die Zuständigkeiten bei den einzelnen Prozessschritten erkennbar.

## Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Zusammenfassung der Hinweise für die Grundkonzeption einer maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung

- Zur Sicherstellung der langfristigen Funktionsfähigkeit des Straßennetzes sind vom Entscheidungsträger – in Ergänzung zu den Grenzwerten, die die Realisierung einer Maßnahme rechtfertigen – **Mindestanforderungen** für relevante Wirkungsmerkmale zu definieren, deren Einhaltung jederzeit gewährleistet sein soll.
- Als **Richtgrößen** für die Mindestanforderungen können die Standards für sogenannte „Sofortmaßnahmen“ dienen, über die – in Erwartung einer endgültigen Lösung von festgestellten Defiziten – eine Weiternutzung der Straßenverkehrsanlage in der Regel durch Nutzungsbeschränkungen (Geschwindigkeitsbeschränkung, Beschränkung des zul. Gesamtgewichts von Fahrzeugen usw.) gewährleistet wird.
- Für alle eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen sind in Umfang und Nutzungsdauer korrespondierende **Mindestmaßnahmen** festzulegen.
- Die Mindestmaßnahmen sind so festzulegen, dass die langfristige Sicherstellung der Funktionsfähigkeit bei minimalen Kosten erfolgt.
- Dieser Ansatz sieht vor, dass für jede eingeschränkt verschiebbare Maßnahme zunächst eine kostenminimale Mindestmaßnahme berücksichtigt wird. Das Budget wird um die Kosten für die gesetzten Mindestmaßnahmen reduziert. Wird eine Maßnahme als Ergebnis der Dringlichkeitsbewertung als finanzierbar eingestuft, wird die **Mindestmaßnahme durch diese Maßnahme** ersetzt.
- Für Fahrbahnen und Bauwerke stellen **Pavement-Management-Systeme bzw. Bauwerks-Management-Systeme** geeignete Instrumente für die Entwicklung von Mindestmaßnahmen zur Verfügung.
- Für andere Maßnahmenarten sind **geeignete Vorgehensweisen ggf. fallspezifisch zu entwickeln**. Denkbar wäre die Festlegung/Verwendung von standardisierten Maßnahmenkatalogen mit geeigneten Mindestmaßnahmen zur Gewährleistung der Einhaltung von Mindestanforderungen für bestimmte Wirkungsmerkmale.

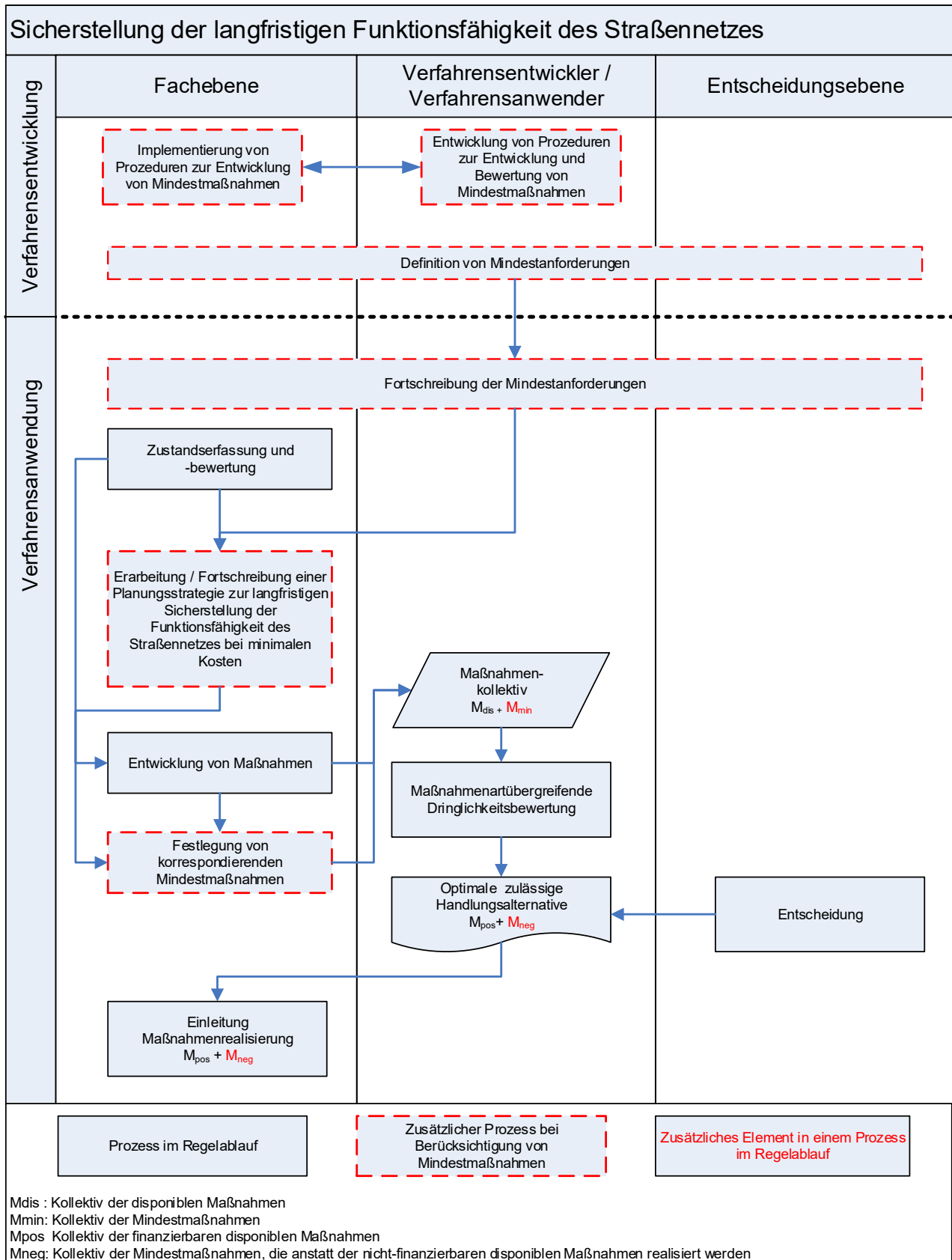


Abbildung 18: Ablaufschema bei einem Verfahrensansatz mit Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen



## 7 Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems

### 7.1 Vorbemerkungen

Wesentliche Aufgabe bei der Entwicklung eines Bewertungsverfahrens ist die Festlegung des Ziel- und Wirkungssystems. Hierzu sind die **Instrumentalziele abzuleiten** und die **bewertungsrelevanten Wirkungen festzulegen**. Ziele und Wirkungen sind dabei für die Anwendung des Bewertungsverfahrens zu operationalisieren.

Das Zielsystem wird bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung nicht wesentlich anders als bei anderen Bewertungsverfahren der Verkehrsplanung festgelegt. Systematisierungen von Zielen lassen sich weitgehend aus gesetzlichen Regelungen, Normen und institutionalisierten Entscheidungsverfahren entnehmen. **Auf eine gesonderte Behandlung der Festlegung der Instrumentalziele wird daher in dieser Arbeit verzichtet.** Allgemeine Hinweise hierzu sind im **Abschnitt 3.3** dargestellt.

Für die Festlegung des Wirkungssystems ist eine Auswahl von bewertungsrelevanten Maßnahmenwirkungen erforderlich. Hierzu sind in einem ersten Schritt die potenziellen Maßnahmenwirkungen zu identifizieren. Welche Maßnahmenwirkungen für die Bewertung relevant sind, wird in erster Linie durch die im Zielsystem aufgenommenen Instrumentalziele bestimmt. Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung stellt dabei **die Vielzahl und Heterogenität der potenziellen Wirkungen und Unsicherheiten bei den Datengrundlagen und Wirkungsbeschreibungen** eine besondere Herausforderung dar.

In diesem Kapitel werden Hinweise erarbeitet, die eine **systematische und begründete Auswahl und Festlegung von relevanten Maßnahmenwirkungen** als Grundlage für die Entwicklung des Wirkungssystems unterstützen. Wechselwirkungen mit der Gestaltung des Zielsystems werden dabei berücksichtigt.<sup>46</sup>

Die erarbeiteten Hinweise unterstützen eine **systematische, schrittweise Vervollständigung und Operationalisierung des Wirkungssystems** unter Berücksichtigung von Rückkopplungen mit dem Zielsystem. Der Aufbau dieses Kapitels ist nach den wesentlichen Arbeitsschritten dieses Entwicklungsprozesses gegliedert (vgl. **Abbildung 19**).

Bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung ist aufgrund der Vielzahl und Heterogenität der möglichen Wirkungen große Sorgfalt auf die Identifikation aller relevanten Wirkungsbereiche zu legen. Sofern einzelne Wirkungen nicht oder unzureichend in die Bewertung eingehen, kann dies zu einer unausgewogenen Entscheidungsfindung führen, die bestimmte Maßnahmenarten bei der Priorisierung übervorteilt bzw. benachteiligt. Ein existierendes Wirkungssystem, welches für eine bestimmte Maßnahmenart entwickelt worden ist und in diesem Zusammenhang zu einer guten Entscheidungsfindung führt, kann nicht ohne Weiteres auf eine maßnahmenartübergreifende Bewertung übertragen werden. In **Abschnitt 7.2** werden daher Hinweise für eine **systematische Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern** erarbeitet.

Je umfangreicher der Katalog von Wirkungsbeiträgen, umso komplexer und aufwändiger wird die Durchführung der Dringlichkeitsbewertung. Zur Sicherstellung einer effizienten und nachvollziehbaren Bewertung ist die Anzahl der Wirkungsfelder auf das notwendige Maß zu reduzieren.

<sup>46</sup> Bei der Erarbeitung der Hinweise liegt der Schwerpunkt auf der Lösung der identifizierten typischen Aufgabenstellungen (vgl. Abschnitt 5.5, Tabelle 11).

Hinweise für die **Bestimmung der Bewertungsrelevanz von Wirkungsfeldern** sind in **Abschnitt 7.3** dargestellt.

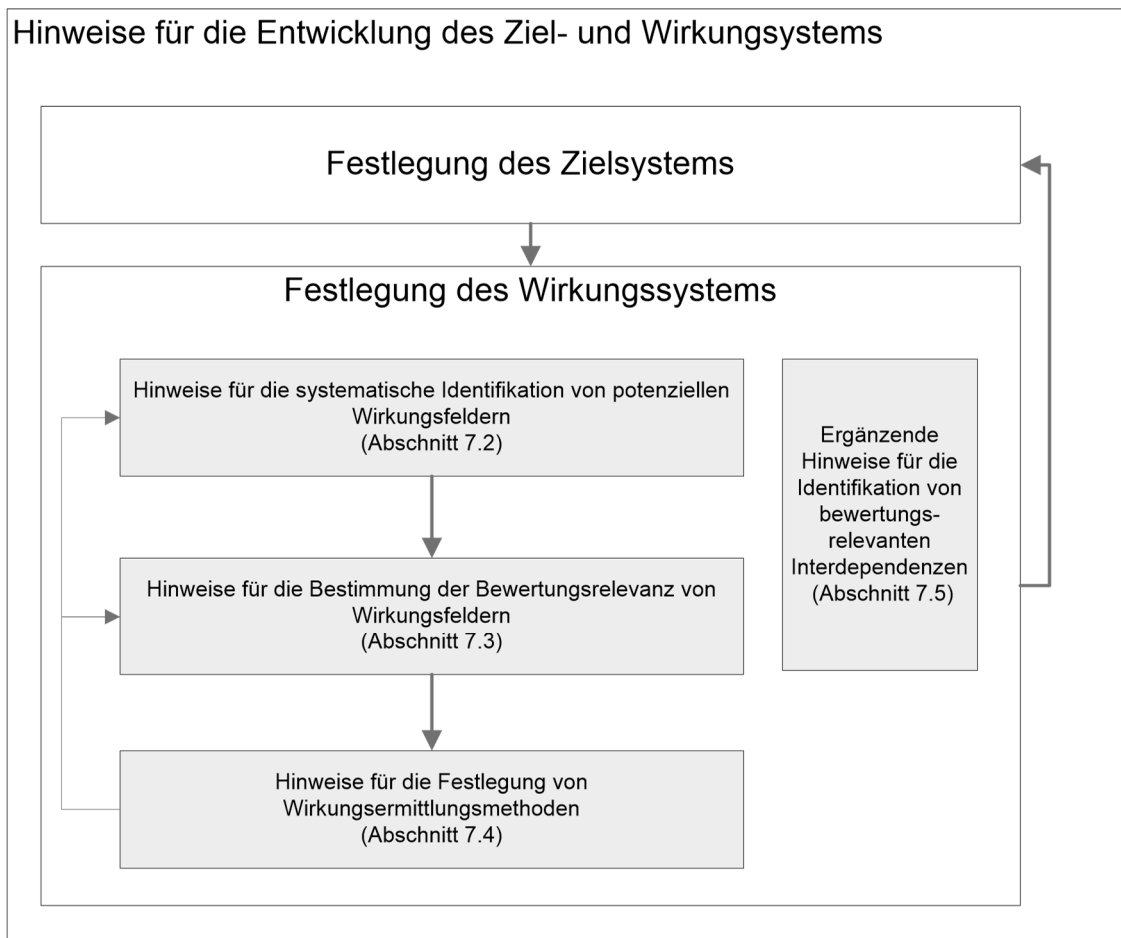


Abbildung 19: Aufbau und inhaltliche Zusammenhänge des Kapitels „Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems“

In **Abschnitt 7.4** werden Hinweise für die **Festlegung der Wirkungsermittlungsmethoden** ausgearbeitet. Hierzu wird dargestellt, unter welchen Voraussetzungen bereits vorliegende Wirkungsermittlungen für die Dringlichkeitsbewertung übernommen werden können und welche Anforderungen bei der Festlegung von Wirkungsindikatoren zu berücksichtigen sind.

Neben Wirkungen, die bei isolierter Betrachtung von Maßnahmen identifiziert werden können, sind Interdependenzwirkungen infolge von Abhängigkeiten zwischen Maßnahmen für die Bewertung relevant. Ergänzende Hinweise zur **Identifikation von bewertungsrelevanten Interdependenzen** finden sich in **Abschnitt 7.5**.

Dieses Kapitel wird mit einer Zusammenfassung der **Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung** in **Abschnitt 7.6** abgeschlossen.

## 7.2 Systematische Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern

Zur Sicherstellung der Erfassung aller relevanten **Wirkungsbereiche** sind in einem ersten Schritt die verschiedenen **Maßnahmenwirkungen zu identifizieren**.

Eine wichtige Grundlage für die Identifikation von Wirkungsbereichen bilden die vorgelagerten maßnahmenartspezifischen Bewertungsverfahren, die bei der Entwicklung und Festlegung der Maßnahmen zum Einsatz kommen.

Wirkungsbereiche von Straßenbaumaßnahmen*	Erhaltung			Modernisierung			Erweiterung			Neubau		
	Str-O	I-BW	S-Anl	Str-O	I-BW	S-Anl	Str-O	I-BW	S-Anl	Str-O	I-BW	S-Anl
Verkehrssystem	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0
Verkehrssicherheit	-	-	-	0	0	0	+	+	0	+	+	0
Erreichbarkeit	+	+	0	+	+	0	+	+	0	+	+	0
Qualität des Verkehrsablaufs	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Aufenthaltsqualität	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Zuverlässigkeit	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Betriebskosten	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Schadstoffbelastung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lärmbelastung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Klimawirkung	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Flächeninanspruchnahme	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verbrauch von natürlichen Ressourcen	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Lebensraum/Soziales	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Stadttraumqualität	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Barrierewirkung	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
stadtkologische Effekte	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
landschaftliche Effekte	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Verteilungswirkungen	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Beschäftigung	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
regionalwirtschaftliche Aspekte	-	-	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Realisierungskosten	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
Unterhaltung und Betriebskosten	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

Ist der Wirkungsbereich Bestandteil des maßnahmenpezifischen Wirkungssystems?

+ in der Regel ja  
0 manchmal  
- in der Regel nein  
( ) indirekte Berücksichtigung

Str-O = Straßenoberbau  
I-BW = Ingenieurbauwerke  
S-Anl = Sonstige Anlagenteile  
\* nach FGSV 2010

Tabelle 12: Beispiel für Wirkungsfelder nach Bereichen des Straßenbaus

Zur Unterstützung einer systematischen Erfassung von potenziellen Maßnahmenwirkungen wird hier die Erstellung einer **Wirkungsmatrix** vorgeschlagen. In dieser Wirkungsmatrix werden die Wirkungsbereiche den verschiedenen Maßnahmenarten gegenübergestellt. Jedes Matrixfeld (**Wirkungsfeld**) steht für einen potenziellen Wirkungsbeitrag. Durch die schrittweise Konkretisierung der einzelnen Wirkungsfelder können die nicht relevanten Wirkungen identifiziert und in Folge vernachlässigt werden. Für relevante Wirkungsfelder können wesentliche Zusammenhänge, die bei der Festlegung der Wirkungsermittlung zu berücksichtigen sind, herausgearbeitet werden.

**Tabelle 12** zeigt eine Übersicht über potenzielle Wirkungsfelder von Straßenbaumaßnahmen und deren Relevanz für das Wirkungssystem der verschiedenen Bereiche des Straßenbaus. Hieraus ist ersichtlich, dass bei dieser Ordnungsebene nach Maßnahmenbereichen des Straßenbaus für mehrere Wirkungsfelder nicht eindeutig festgelegt werden kann, ob sie Bestandteil des maßnahmenartspezifischen Wirkungssystems sind oder nicht. Dies ist darauf zurückzuführen, dass unter den Maßnahmenbereichen ein weites Spektrum von Maßnahmen zusammengefasst ist. Je nach Einzelmaßnahme können sehr unterschiedliche Wirkungsbereiche relevant sein. Für eine eindeutige Identifizierung der Maßnahmenwirkungen ist daher eine **detailliertere Kategorisierung** der Maßnahmen erforderlich.

Bei der Abgrenzung von Maßnahmenkategorien sollten folgenden Kriterien herangezogen werden:

- Für jedes Wirkungsfeld ist eine eindeutige Festlegung der **Wirkungsrelevanz** möglich. Eine weitere Differenzierung nach Maßnahmenausprägungen ist nicht erforderlich.

**Beispiele:**

*In der Regel werden Maßnahmen innerorts andere relevante Wirkungen als außerorts hervorrufen. Ein Beispiel hierfür ist die Bewertung von Lärmbelastungsveränderungen. Bei der Festlegung von Maßnahmenkategorien ist daher z.B. nach Maßnahmen innerorts und Maßnahmen außerorts zu unterscheiden*

*Eine typischerweise als „Umbau Ortsdurchfahrt“ gekennzeichnete Maßnahme kann unterschiedliche Anlässe haben (Verbesserung der Aufenthaltsqualität, Sicherheitsertüchtigung von Schulwegen, ...). Hieraus können verschiedenen relevanten Wirkungsfelder hervorgehen, die über Maßnahmenkategorien zu erfassen sind.*

- Für jedes Wirkungsfeld liegen einheitliche Informationen vor. Eine weitere Differenzierung nach Datengrundlagen ist nicht erforderlich

**Beispiel:**

*Wenn vergleichbare Maßnahmen von unterschiedlichen Verwaltungsbereichen mit unterschiedlichen Datengrundlagen/Vorgehenseisen geplant werden, ist dies bei der Maßnahmenkategorisierung zu berücksichtigen.*

Je höher die angestrebte Vollständigkeit und Genauigkeit der Wirkungsermittlung, desto mehr Maßnahmenkategorien werden in der Regel zu differenzieren sein. Die Festlegung einer für die Entwicklung des Bewertungsverfahrens „angemessenen“ Wirkungsmatrix wird in einer frühen Phase der Verfahrensentwicklung aufgrund der **iterativen Vorgehensweise** bei der Festlegung von bewertungsrelevanten Maßnahmenwirkungen in der Regel nicht möglich sein.

	Erhaltung				Modernisierung								Kapazitative Erweiterung								
	Deckenerneuerung	Deckenerneuerung	Grunderneuerung (Erneuerung der Decke einschließlich Tragschichten)	Instandsetzung einer Lärmschutzwand	Verbreiterung von Verkehrsflächen (Herstellung RQ)	Linienkorrektur (Einhaltung Richtwerte)	Erhöhung der Tragfähigkeit eines Bauwerks	Erhöhung der Tragfähigkeit eines Bauwerks	Umgestaltung von Ortsdurchfahrten	Einrichtung einer Querungshilfe für Fußgänger	Neubau einer Lärmschutzwand	Bepflanzungsmaßnahmen	Einbau von Entwässerungseinrichtungen	Neubau straßenbegleitender Radweg	Umbau von Knotenpunkten zu Kreisverkehrsplätzen	Umbau von Knotenpunkten zu Kreisverkehrsplätze	Umbau zu einem Lichtsignalgeregelten Knotenpunkt	Umbau zu einem Lichtsignalgeregelten Knotenpunkt	Neubau einer VBA-Anlage	Neubau Ortsumgehung	
	i	a	a	i	a	a	i	a	i	i	i	i	a	a	i	a	i	a	a	a	
Planungsträger																					
Wirkungsbereiche von Straßenbaumaßnahmen *																					
Verkehrssystem	Verkehrssicherheit	+	+	-	+	+	-	+	+	+	+	-	+	+	+	+	+	+	+	+	
	Erreichbarkeit	-	-	-	-	-	+	+	-	+	-	-	-	+	-	-	-	-	-	+	
	Qualität des Verkehrsablaufs	+	+	+	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	
	Aufenthaltsqualität	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+
	Zuverlässigkeit	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
	Betriebskosten	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+	+
	Schadstoffbelastung	+	-	+	-	-	+	+	-	-	-	-	+	+	+	-	-	-	-	+	+
	Lärmbelastung	+	-	+	-	-	+	+	+	+	-	+	-	-	+	-	-	-	-	+	+
Umwelt	Klimawirkung	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+
	Flächeninanspruchnahme	-	-	-	-	+	-	-	-	-	+	-	-	-	+	+	+	+	-	+	+
	Verbrauch von natürlichen Ressourcen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	+	+
	Stadttraumqualität	+	-	+	+	-	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Lebensraum/ Soziales	Barrierewirkung	-	-	-	-	-	-	-	+	+	+	+	-	-	+	+	+	+	-	+	+
	stadtökologische Effekte	+	-	+	-	-	+	-	+	-	+	+	-	-	+	-	-	-	+	+	+
	landschaftliche Effekte	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	Verteilungswirkungen	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Wirtschaft	Beschäftigung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
	regionalwirtschaftliche Aspekte	-	-	-	-	-	+	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	+	+
Maßnahmen- kosten	Realisierungskosten	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+
	Unterhaltung und Betriebskosten	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+	+

\* nach FGSV 2010

Ist der Wirkungsbereich Bestandteil des maßnahmenspezifischen Wirkungssystems?

+ in der Regel ja

- in der Regel nein

Tabelle 13: Beispiel für eine Startlösung der Wirkungsmatrix mit Klassifizierung von Maßnahmen nach ihren Wirkungsbereichen

Für die praktische Umsetzung wird daher die **Generierung einer angemessenen Startlösung** empfohlen, die im weiteren Verlauf der Bearbeitung in der gleichbleibenden Systematik weiter verfeinert oder aggregiert wird.

**Tabelle 13** zeigt ein Beispiel für die erforderliche Verfeinerungsebene, die eine eindeutige Klassifizierung von Maßnahmen nach ihren Wirkungsbereichen ermöglicht.

Für jedes der Wirkungsfelder ist zu untersuchen, ob die zugehörige Maßnahmenkategorie eine Veränderung des zutreffenden Wirkungsbereichs hervorrufen kann.

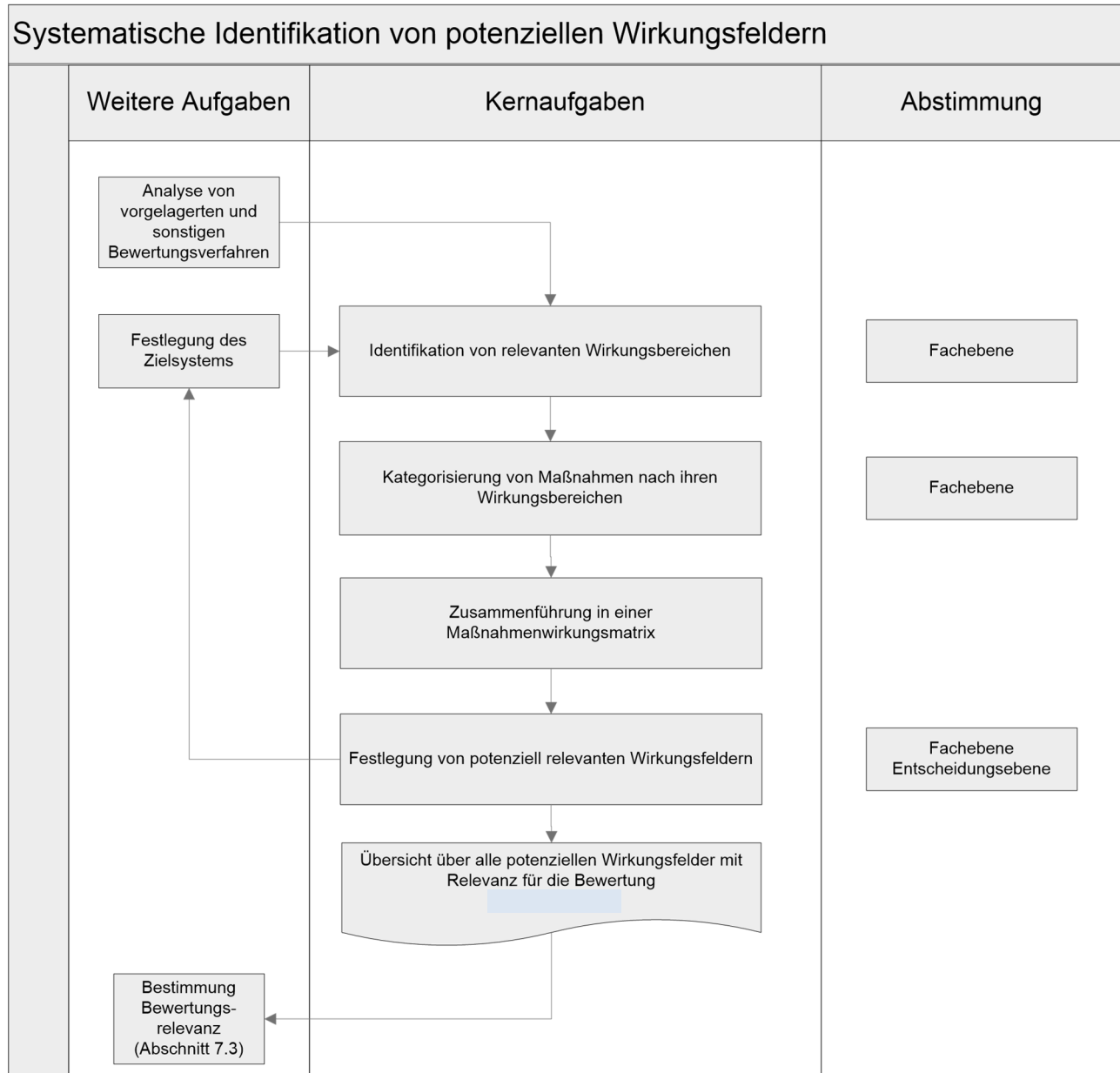


Abbildung 20: Ablaufschema bei der systematischen Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern

Bei der Bewertung von **potenziell relevanten Wirkungsfeldern** ist stets die Bedeutung für die Erreichung der festgelegten Verfahrensziele zu hinterfragen. Kann eine Wirkung keinem der festgelegten Ziele zugeordnet werden, kann sie für die Bewertung vernachlässigt werden. Bevor eine Wirkung aber vernachlässigt wird, sollte stets die Vollständigkeit des Zielsystems kritisch

hinterfragt werden. Ggf. war bei der Festlegung des Zielsystems die Wirkung nicht bekannt, und das Zielsystem ist um ein weiteres Ziel zu ergänzen.

Als Ergebnis wird auf **systematische Weise** eine **vollständige Übersicht über die potenziell relevanten Wirkungsfelder** generiert. Durch eine Rückkopplung mit dem festgelegten Zielsystem kann außerdem eine **systematische Auseinandersetzung mit der Vollständigkeit und Richtigkeit der formulierten Ziele** stattfinden (vgl. Abbildung 20).

## 7.3 Bestimmung der Bewertungsrelevanz von Wirkungsfeldern

### 7.3.1 Vorbemerkungen

Die Entscheidung, ob ein Wirkungsfeld für die Beurteilung einer Maßnahme Relevanz hat oder nicht, ist nicht immer selbstverständlich. Auch die Tatsache, ob ein bestimmtes Wirkungsfeld bei einem vorgelagerten Verfahren berücksichtigt wird, ist hierzu nicht abschließend aussagekräftig.

Viele Wirkungsfelder lassen sich bei näherer Betrachtung mit Maßnahmen in Verbindung bringen:

***Beispiel:***

*Ein Zusammenhang zwischen einer Deckenerneuerungsmaßnahme und der Schadstoffemission eines Fahrzeugs oder der wirtschaftlichen Standortattraktivität einer Region ist nicht eindeutig zu verneinen. Eine Strecke mit Schlaglöchern behindert eine flüssige und damit schadstoffarme Fahrweise und kann die Eignung von mittels dieser Straße erschlossenen Gewerbegebieten für bestimmte Wirtschaftszweige mindern. Beide Aspekte sind aber keine Grundlage für die Bewertung von Straßenerhaltungsmaßnahmen im PMS.*

Das besondere Problem bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung ist die **Kombination der vielen Wirkungsfelder und Maßnahmenkategorien**, die zu einem erheblichen Aufwand bei der Definition der für die Wirkungsermittlung erforderlichen Wirkungszusammenhänge und erforderlichen Datengrundlagen führt.

Eine **frühzeitige Identifikation von relevanten Wirkungsfeldern** trägt daher zur effizienten Gestaltung des Verfahrens bei. Sofern Wirkungsfelder für einzelne Maßnahmenkategorien nicht relevant sind, kann auf eine Datenerfassung, -aufbereitung und Wirkungsermittlung für die betroffenen Maßnahmen von vornherein verzichtet werden. Außerdem kann u.U. eine aufwändige Vereinheitlichung von Datengrundlagen und Wirkungsermittlungsmethoden für unterschiedliche Maßnahmenkategorien unterlassen werden. Wenn nur wenige Maßnahmenkategorien für bestimmte Wirkungsbereiche relevant sind, erleichtert dies die Verwendung von bereits vorliegenden Bewertungsergebnissen aus vorgelagerten Verfahren (vgl. **Abschnitt 7.4**).

Für die Bestimmung der Relevanz eines Wirkungsfelds wird die folgende **stufenweise Vorgehensweise** vorgeschlagen, wobei nacheinander die Merkmale Empfindlichkeit, Erfassbarkeit und Bedeutsamkeit untersucht werden:

- Bestimmung der **Empfindlichkeit**: Treten durch Realisierung einer Maßnahme Veränderungen für den Wirkungsbereich auf? (**Abschnitt 7.3.2**)
- Bestimmung der **Erfassbarkeit**: Kann die Wirkung mit ausreichender Sicherheit ermittelt werden? (**Abschnitt 7.3.3**)
- Bestimmung der **Bedeutsamkeit**: Sind die Wirkungen so stark, dass hieraus eine maßgebende Auswirkung auf das Bewertungsergebnis zu erwarten ist? (**Abschnitt 7.3.4**)

Jede **Bearbeitungsstufe** wird mit einer Beurteilung des bewerteten Merkmals abgeschlossen. Bei einer positiven Beurteilung ist mit der Bestimmung der nachfolgenden (arbeitsaufwändigeren) Stufe fortzusetzen. Bei einer negativen Beurteilung ist die Bewertungsrelevanz nicht gegeben, somit kann auf die Beurteilung der nachfolgenden Stufen verzichtet werden. Liegt für alle drei Merkmale eine positive Beurteilung vor, sollte das Wirkungsfeld bei der weiteren Verfahrensentwicklung berücksichtigt werden.

Diese Vorgehensweise erlaubt eine **schrittweise Vertiefung und Verdichtung** auf relevante Wirkungsfelder und unterstützt damit eine **effiziente Verfahrensentwicklung**. Für die systematische Bestimmung der Relevanz von Wirkungsbereichen ist die vorher beschriebene Erarbeitung einer **Wirkungsmatrix** mit potenziellen Wirkungsbereichen und Maßnahmenkategorien eine geeignete Grundlage.

### 7.3.2 Bestimmung der Empfindlichkeit

Auf Grundlage der Wirkungsmatrix kann für alle Wirkungsfelder **die Empfindlichkeit** systematisch überprüft und die Wirkungen für diese Betrachtungsebene qualitativ beschrieben werden. Zur besseren Durchdringung von Wirkungszusammenhängen und zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit für Dritte sollten dabei die kausalen Zusammenhänge, z. B. in Form von Wirkungsketten, beschrieben werden.

Empfindlichkeit	Wirkung (Nr.) Beschreibung	
	Wirkung bei Realisierung	45 Reduziertes Unfallrisiko bei Überholen
		23 Reduziertes Unfallrisiko zwischen Kfz-Verkehr und Radfahrer
		4 Reduziertes Unfallrisiko durch Verbesserung des Fahrbahnzustands
		21 Erhöhtes Unfallrisiko durch höheres Geschwindigkeitsniveau
	Wirkung bei Nicht-Realisierung	4 Erhöhtes Unfallrisiko durch Verschlechterung des Fahrbahnzustands
Empfindlichkeit gegeben (ja, nein)?		<b>ja</b>
Begründung		Anlass der Maßnahme ist die Verbesserung der Verkehrssicherheit, mehrere Wirkungskomponenten wurden vom AK am xx.xx.xxx bestätigt.

Abbildung 21: Beispiel für die Dokumentation der Empfindlichkeit einer Maßnahmenkategorie für einen Wirkungsbereich

Die Bestimmung der Empfindlichkeit soll auf effiziente Weise eine fundierte und abgestimmte Grundlage für die weitere Ausarbeitung des Verfahrens liefern. Wirkungsfelder können frühzeitig von der weiteren Verfahrensentwicklung ausgeschlossen werden. In diesen Zusammenhang sollten die Festlegungen zu potenziellen Wirkungen gemeinsam mit der Fachebene erarbeitet und die abschließende Beurteilung gemeinsam mit dem Entscheidungsträger getroffen werden.



Sofern im Rahmen dieses Arbeitsschrittes Wirkungen identifiziert werden, die über die in der Matrix enthaltenen Wirkungsbereiche und Maßnahmenkategorien nicht eindeutig eingeordnet werden können, ist eine Rückkopplung mit der Festlegung der Wirkungsmatrix erforderlich (Ergänzung Wirkungsfelder).

### 7.3.3 Bestimmung der Erfassbarkeit

Voraussetzung für die **Erfassbarkeit der Wirkung** sind bekannte Wirkungsketten, Berechnungsmethoden und Datengrundlagen für die Bestimmung des Wirkungswerts. In der Praxis wird aufgrund der Komplexität der Wirkungszusammenhänge eine vollständige Erfassung der Wirkungen unter Berücksichtigung aller relevanten Rahmenbedingungen nicht möglich sein.

Für die Bestimmung der Erfassbarkeit sind die nachfolgenden Arbeitsschritte durchzuführen:

- Bestimmung einer geeigneten Methode der Wirkungsermittlung
- Bestimmung der Verfügbarkeit von erforderlichen Datengrundlagen

Der entsprechende Arbeitsablauf für die Bestimmung der Erfassbarkeit ist in **Abbildung 22** dargestellt.

#### Zu 1.: Methode der Wirkungsermittlung

Für eine praxisorientierte Verfahrensentwicklung sollte zur Bestimmung der Erfassbarkeit **auf anerkannte Methoden der Wirkungsermittlung** in der Verkehrsplanung zurückgegriffen werden.

#### ***Beispiel:***

*Beispiele für auf diese Weise festgelegte verlässliche Wirkungen sind:*

- *Durchschnittliche Verlustzeiten an Knotenpunkten (HBS, EWS)*
- *Lärmemissionen in Abhängigkeit von Verkehrsmenge, SV-Anteil und Kfz-Geschwindigkeit (RLS, EWS)*
- *Schadstoffemissionen in Abhängigkeit der Verkehrsmenge nach Fahrzeugkategorien und Kfz-Geschwindigkeit (EWS)*

Aus Gründen der Konsistenz und Effizienz ist vorrangig auf evtl. bereits **vorliegende Wirkungsermittlungen** zurückzugreifen.

Sofern keine anerkannten Berechnungsmethoden vorliegen bzw. bekannt sind, ist zu prüfen, ob solche **Methoden aus den bekannten oder vermuteten Wirkungsketten** abgeleitet werden können. Hierzu ist in einem ersten Schritt stets festzustellen, ob die (vermuteten) Wirkungszusammenhänge vollständig abgebildet sind.

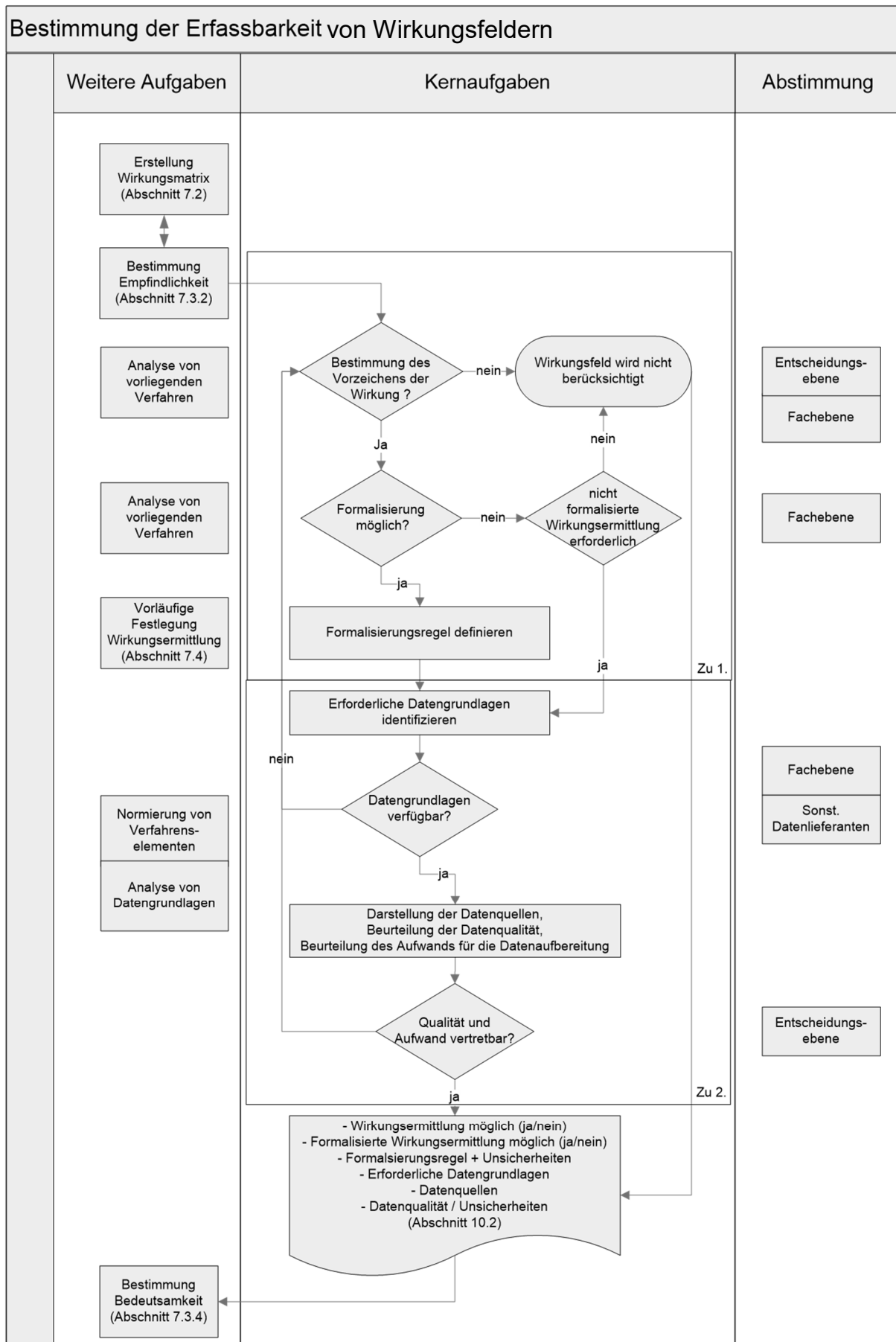


Abbildung 22: Ablaufschema Bestimmung der Erfassbarkeit von Wirkungsfeldern

**Beispiel:**

*Vermuteter Wirkungszusammenhang zwischen Zustand der Fahrbahndecke und Unfallrisiko:*

*Schlaglöcher → reduzierte Fahrzeugkontrolle → erhöhtes Unfallrisiko*

*Es ist aber auch eine weitere Wirkungskette denkbar:*

*Schlaglöcher → geringe Fahrgeschwindigkeit und erhöhte Aufmerksamkeit des Fahrzeugführers → reduziertes Unfallrisiko*

Das Beispiel zeigt, dass z.B. ein genereller Zusammenhang zwischen Deckenerneuerung und Verbesserung der Verkehrssicherheit für diesen Aspekt bei näherer Betrachtung nicht ohne Weiteres gegeben sein muss. Eine Maßnahme kann für diesen Aspekt sowohl eine positive als auch eine negative Wirkung ausweisen. Die Wirkungsketten sind für eine eindeutige Bestimmung von Wirkungszusammenhängen zu verfeinern. In der Regel wird dies im Rahmen einer Verfahrensentwicklung aber nicht leistbar sein.

Wenn **keine allgemein anerkannten oder sonstig belastbaren Erkenntnisse zu Wirkungszusammenhängen** vorliegen, mit denen das Vorzeichen der Wirkung mit hoher Sicherheit bestimmt werden kann, ist die Erfassbarkeit als unzureichend anzusehen. Die Wirkung sollte für die Bewertung vernachlässigt werden, da hieraus kein eindeutiger Beitrag für die Bewertungsergebnisse abzuleiten ist.

Kann das Vorzeichen der Wirkung mit ausreichender Sicherheit bestimmt werden, ist noch die **Erfassbarkeit der Wirkungsgröße** zu bewerten. In diesen Zusammenhang ist auch zu klären, ob eine formalisierte Wirkungsermittlung möglich ist.

Liegt **keine formalisierte Wirkungsberechnungsmethode** vor, ist mit der Wirkungsermittlung ein hoher personeller Aufwand verbunden, da für jede Maßnahme eine qualitative Wirkungsbestimmung zu erfolgen hat, die zudem für Dritte nachvollziehbar sein muss. Eine nicht formalisierte Wirkungsermittlung wird für ein praxisgerechtes Verfahren in der Regel nur für Wirkungsfelder mit einer begrenzten Anzahl an Maßnahmen und bedeutsamen Wirkungsbeiträgen realisierbar sein.

Ist eine **Formalisierung** möglich, ist eine **wesentliche Voraussetzung für eine effiziente Wirkungsermittlung** gegeben.

## **Zu 2.: Verfügbarkeit von erforderlichen Datengrundlagen**

Für die Erfassbarkeit ist abschließend die **Verfügbarkeit der erforderlichen Datengrundlagen** zur Bestimmung der Wirkung zu prüfen.

Damit für die vergleichbare Bewertung die Korrektheit der Datengrundlagen sichergestellt werden kann, sollten diese Daten möglichst objektiv überprüfbar sein und für alle Maßnahmenarten gleichermaßen verwendet werden. Für die Eignung von Datengrundlagen für das Bewertungsverfahren sind im Rahmen der Bestimmung der Erfassbarkeit von Wirkungsermittlungen folgende Aspekte zu klären:

- **Aktualität:** Damit das entwickelte Verfahren ohne größeren Aufwand und mit vergleichbarer Qualität auch für künftige Entscheidungsprozesse verwendet werden kann, sollten die verwendeten Datengrundlagen möglichst langfristig und in gleicher Qualität und Aufbereitung zur Verfügung stehen. Die Daten sollten in Abhängigkeit ihre

Veränderungsrate aktualisiert werden, wobei eine Fortschreibung im gleichen Rhythmus wie bei der Dringlichkeitsbewertung in der Regel ausreichend sein wird.

- **Verarbeitbarkeit:** Bei der Verwendung von Datengrundlagen aus Drittquellen können Kosten für Nutzungsrechte oder Bearbeitungsgebühren entstehen. Ferner ist für die weitere Verarbeitung eine Verknüpfung der Daten mit den einzelnen Maßnahmen erforderlich. Insbesondere wenn eine automatische Datenverarbeitung nicht möglich ist oder Lageinformationen inkompatibel sind, können erhebliche Aufwände für geeignete Aufbereitung entstehen (z.B. wenn Informationen nur in Papierform (Kartendarstellungen, Tabellen) oder als Bild (Befahrungsaufnahmen) vorliegen).
- **Qualität:** Die lückenlose Verfügbarkeit von Datengrundlagen wird in der Regel nicht gegeben sein. Es ist daher stets zu prüfen, ob eine ausreichende Datenqualität für die Bewertung vorliegt. Eine Verbesserung der Datengrundlage muss mit vertretbarem Aufwand möglich sein. Hierzu ist die generelle Datenqualität zu bewerten. Wichtige Faktoren sind dabei die Erfassungsmethode, die Homogenität der Datenqualität und die Genauigkeit (Fehlerbereiche). Darüber hinaus ist zu prüfen, ob Datenfehler erkannt werden können. Durch die Identifikation von Ausreißern oder Messfehlern kann die Robustheit der Bewertungsergebnisse verbessert werden. Hierzu können z.B. Erwartungsbereiche für gültige Daten in Abhängigkeit von bestimmten weiteren Informationen definiert werden.

Abschließend ist zu prüfen, wie mit Datenlücken und unplausiblen Daten umgegangen werden kann:

- **Vernachlässigung:** Wenn Datenfehler keine oder vernachlässigbare Auswirkungen auf die Bewertungsergebnisse haben und die Behebung mit hohem Aufwand verbunden ist, sollten sie vernachlässigt werden. Eine Vernachlässigung kann z.B. angebracht sein, wenn Datenfehler in Netzbereichen vorliegen, für die keine Maßnahmen geplant worden sind.
- **Ersatzwerte:** Ggf. können Ersatzwerte aus den übrigen Daten abgeleitet werden. Alternativ ist zu prüfen, ob weitere Datengrundlagen für die Bestimmung von Ersatzwerten zur Verfügung stehen. Dies können z.B. historische Daten oder Drittquellen sein. Die Datenverarbeitung sollte für die Nachvollziehbarkeit, Effizienz und Robustheit des Verfahrens möglichst nach definierten Regeln erfolgen. Datenkorrekturen durch Ersatzwerte sollten außerdem nachvollziehbar bleiben. Bewertungsergebnisse, die stark auf nachträglichen Datenkorrekturen beruhen, sollten für die Bewertung der Robustheit identifizierbar sein.
- **Gezielte Nacherhebung:** Wenn eine Vernachlässigung oder Bestimmung von Ersatzwerten nicht möglich ist, ist ggf. eine gezielte Erfassung der betroffenen Informationen zu überlegen. Hierbei ist darauf zu achten, dass die erfassten Daten mit vertretbarem Aufwand in einer vergleichbaren Form wie die übrigen Datengrundlagen bereitgestellt werden können.
- **Vollständige Neuerhebung:** Im Ausnahmefall kann eine vollständige Neuerfassung der Daten erforderlich sein. Damit der erforderliche Aufwand bei künftigen Entscheidungsprozessen reduziert wird, ist zu prüfen, ob Synergieeffekte durch eine Erfassung im Rahmen einer ohnehin stattfindenden Datenerhebung oder -aufbereitung möglich sind.

Sofern mit vertretbarem Aufwand **keine belastbaren Datengrundlagen** beschafft werden können, sollte auf die Bewertung der Wirkung mit der vorgesehenen Methode verzichtet werden. Stattdessen sind alternative Methoden zu prüfen. Sind keine geeigneten alternativen Methoden

verfügbar, muss auf die Bewertung des Wirkungsbereichs für die betroffene Maßnahmenkategorie verzichtet werden.

Sind **Unsicherheiten bei den Datengrundlagen** vorhanden, ist zu prüfen, ob dies von Bedeutung für die Wirkungsbeurteilung ist. Wird das Bewertungsergebnis zu einem hohen Maß von der unsicheren Datengrundlage bestimmt, ist die Sinnhaftigkeit der Wirkungsermittlungsmethode zu hinterfragen.

Sofern Wirkungen für die Bewertung berücksichtigt werden, **sind Unsicherheiten bei den Wirkungsbeschreibungen und den Datengrundlagen zu dokumentieren** und nach Möglichkeit zu **quantifizieren**. Diese Informationen bilden die Grundlage für die Überprüfung der Robustheit der Bewertungsergebnisse und die Entscheidung, ob die Berücksichtigung dieser Wirkung bei künftigen Entscheidungssituationen zielführend ist.

Auch die sonstigen Festlegungen in Zusammenhang mit der Erfassbarkeit sind auf geeignete Weise zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit und Aktualisierbarkeit des Verfahrens zu dokumentieren. **Abbildung 23** zeigt ein Beispiel für eine solche Dokumentation.

Erfassbarkeit	Bestimmung Vorzeichen möglich (ja/nein)?	ja				
	Begründung	Wirkungskomponenten mit gleicher Wirkungsrichtung überwiegen (Unfallstatistik [HM 2005a], AK xx.xx.xxxx).				
	liegen Wirkungsermittlungen vor, die verwendet werden können?	nein				
	Formalisierungsregel	Wirkung	Formalisierung			Regel Nr.
		23, 45	Veränderung der Unfallrate x Länge der Veränderung x Verkehrsaufkommen			(20)
		4	Veränderung der Unfallrate x Länge der Veränderung x Verkehrsaufkommen			(25)
	Formalisierung möglich (ja/nein)?	ja				
	Unsicherheit	Regel 20: Quelle EWS (vgl. Doku Ableitung 25)				
		Regel 25: vermuteter Zusammenhang (vgl. Doku Ableitung 20)				
		Risikoabschätzung auf der Grundlage von statistischen Auswertungen				
		Keine Wirkungszusammenhänge für Wirkung Nr. 21 bekannt: vernachlässigt				
	erforderliche Datengrundlagen	Regel Nr.	Einheit	Bestand/ Planung	Quelle	Qualität
Verkehrsmengen	20, 25	Kfz/24h	Bestand Prognose	VMK Modell	+ o	3 4
Vo-Geschwindigkeit	20, 25	Km/h	Bestand Planung	Stradivari M. Beschr.	+ +	10 1
Veränderung der Unfallkostenrate	20	€/1.000 Kfz.km	Bestand Planung	BAS BAS	+ +	13
Veränderung der Unfallkostenrate	25	€/1.000 Kfz.km	Bestand Planung	BAS BAS	o o	13
Querschnitt (RQ)	20	-	Bestand Planung	Stradivari M.Beschr.	+ +	10 1
Fahrbahnzustand	25	-	Bestand Planung	ZEB M.Beschr. / Zustands- prognose	+ +	2 1 / 5
Erfassbarkeit gegeben (ja/nein)?	ja					
Begründung	eindeutige quantifizierte Formalisierung der Wirkungsermittlung möglich, Verfügbarkeit und Qualität der erforderlichen Datengrundlagen gegeben. Abgestimmt mit AK am xx.xx.xxxx					

Abbildung 23: Beispiel für die Dokumentation der Erfassbarkeit eines Wirkungsfelds

### 7.3.4 Bestimmung der Bedeutsamkeit

Durch die Bestimmung der Bedeutsamkeit von Wirkungen wird die **effiziente Verfahrensgestaltung** unterstützt, da Schwerpunktsetzungen im Rahmen der Verfahrensentwicklung unter Berücksichtigung der Robustheit der Verfahrensergebnisse ermöglicht werden.

Die **Bedeutsamkeit** einer Wirkung ist immer **im Verhältnis zu den übrigen Wirkungen** aller betrachteten Maßnahmen zu beurteilen. Die Bedeutsamkeit einer Wirkung ist grundsätzlich dann gegeben, wenn sie Einfluss auf das Bewertungsergebnis (Zuordnung einer Maßnahme zu einer Entscheidungsklasse) nehmen kann. Im Folgenden wird daher eine große Bedeutsamkeit mit der Einflussstärke des Wirkungsfelds auf diese Zuordnung von Maßnahmen zu Entscheidungsklassen gleichgesetzt.

Für die Abschätzung der Bedeutsamkeit ist eine schrittweise Abarbeitung der folgenden Fragestellungen zielführend:

1. Welche Größenwerte kann die Wirkung bei der betrachteten Maßnahmenkategorie einnehmen (**Wirkungsspektrum**)?
2. Mit welcher **Häufigkeit** ist ein Wirkungsbeitrag zu erwarten?
3. Wie hoch ist die **relative Wirkungsstärke** (Wirkungsstärke in Relation zu allen übrigen Wirkungen)?
4. Führen die Wirkungen zu einer maßgebenden **Veränderung des Bewertungsergebnisses**?

Nur die ersten Fragen nach dem Wirkungsspektrum und der Wirkungshäufigkeit (1, 2) können in einem frühen Stadium der Verfahrensentwicklung und unabhängig von den vorliegenden Informationen zu den übrigen Wirkungen beantwortet werden. Für die Beantwortung der Frage nach dem Verhältnis (3) sind Informationen zur Gewichtung der Wirkungsbeiträge erforderlich. Hierzu muss die Verfahrensentwicklung also entsprechend fortgeschritten sein. Die Beantwortung der Frage nach den Wirkungsgrößenwerten, die zu einer Veränderung der Bewertungsergebnisse führen können (4), hängt von der Festlegung der Entscheidungsklassen und den Bewertungsergebnissen der einzelnen Maßnahmen ab und kann daher erst nach (vorläufigem) Abschluss der Verfahrensentwicklung (z.B. im Rahmen von Testbewertungen) abschließend beantwortet werden.

Die Bewertung der Bedeutsamkeit eines Wirkungsfeldes steht in Zusammenhang mit dem **erforderlichen Aufwand**, der mit der Berücksichtigung des Wirkungsfeldes verbunden sein wird, und den **Robustheitsanforderungen des Entscheidungsträgers** (vgl. **Abschnitt 9.3**). Wirkungsfelder, für die als Ergebnis eine geringe Wirkungsstärke und Häufigkeit von Wirkungsbeiträgen festgestellt worden ist, rechtfertigen aufgrund ihres geringen Einflusses auf die Bewertungsergebnisse in der Regel keinen hohen Aufwand. Hier ist eine Entscheidung zu treffen, ob das Wirkungsfeld bei der Bewertung vernachlässigt oder auf vereinfachte (aufwandsreduzierte) Weise berücksichtigt werden soll. Ein erhöhter Aufwand ist dahingegen für Wirkungen gerechtfertigt, deren relative Stärke und Häufigkeit als hoch eingestuft werden.

**Abbildung 24** zeigt das Ablaufschema für die Bestimmung der Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern.

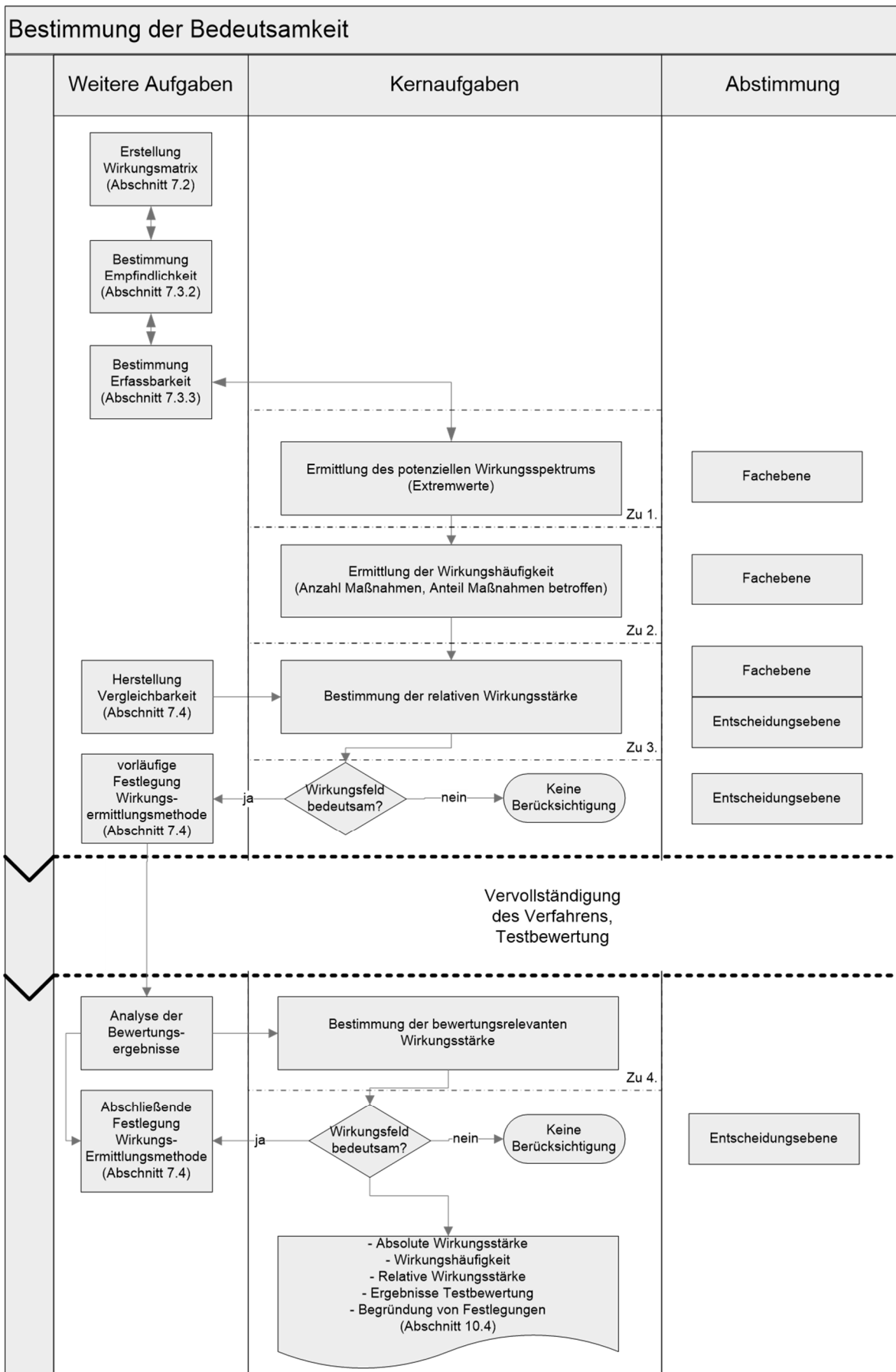


Abbildung 24: Ablaufschema Bestimmung der Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern

### Zu 1.: Wirkungsspektrum

Die Ermittlung des **Wirkungsspektrums** eines Wirkungsfeldes ist bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung nicht trivial. Verschiedene räumliche und zeitliche Wirkungsverläufe und Wirkungsausdehnungen erschweren den direkten Vergleich von verschiedenen Maßnahmenkategorien erheblich. Für die Bestimmung der Bedeutsamkeit ist daher die **Vergleichbarkeit der Wirkungsbeiträge** herzustellen. Einzelheiten hierzu werden im nachfolgenden **Abschnitt 8** behandelt.

Für die Bestimmung der Bedeutsamkeit ist **keine vollständige Ermittlung der Wirkungswerte** aller Maßnahmen erforderlich. In dieser Phase der Verfahrensentwicklung reicht eine fundierte Abschätzung der realistisch **zu erwartenden Extremwerte** für die einzelnen Wirkungsfelder aus.

### Zu 2.: Häufigkeit

Die **Häufigkeit** eines Wirkungsbeitrags lässt sich über die Anzahl der Maßnahmen der betreffenden Maßnahmenkategorien in Relation zur Anzahl der Maßnahmen im Maßnahmenkollektiv ableiten. Sind für künftige Entscheidungsprozesse wesentliche Veränderungen in der Zusammensetzung des Maßnahmenkollektivs absehbar, sollte dies in die Betrachtung einbezogen werden.

### Zu 3.: Relative Wirkungsstärke

Ist eine Vergleichbarkeit der Wirkungsbeiträge innerhalb des jeweiligen Wirkungsbereichs gegeben, kann die Bedeutsamkeit des Wirkungsbereichs in einem ersten Schritt für die einzelnen Maßnahmenkategorien bestimmt werden. Nach Verknüpfung mit der **Gewichtung** der Wirkungsbeiträge (vgl. **Abschnitt 3.4.3**) können sämtliche **Wirkungsbeiträge untereinander verglichen** werden.

### Zu 4.: Auswirkungen auf das Bewertungsergebnis

Die Bestimmung der Bedeutsamkeit auf der Grundlage von geschätzten Extremwerten liefert einen ersten Hinweis. Ziel ist, über die Schritte 1 bis 3 eine erste Vorauswahl über die bedeutsamen Wirkungsfelder vorzunehmen. Für eine abschließende Beurteilung der Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern kann es erforderlich sein, die tatsächlichen Wirkungswerte zu ermitteln und deren Bedeutsamkeit für das Verfahren zu verifizieren. Dies ist erst zielführend, wenn das zu entwickelnde Verfahren bereits einen hohen Konkretisierungsgrad erreicht hat. Über **Testbewertungen** lassen sich die Auswirkungen einer Berücksichtigung und Vernachlässigung des Wirkungsfeldes auf die Bewertungsergebnisse ermitteln. Als **Indikator für die Bedeutsamkeit** kann z.B. die Veränderung von Rangstellenpositionen oder die Anzahl der Maßnahmen, welche die Entscheidungsklasse wechseln, verwendet werden.<sup>47</sup>

Ein Beispiel für eine Dokumentation der Bestimmung der Bedeutsamkeit eines Wirkungsfelds zeigt **Abbildung 25**.

---

<sup>47</sup> Vgl. auch Abschnitt 9.3, hier werden vergleichbare Indikatoren für die Bewertung der Robustheit der Verfahrensergebnisse entwickelt.



Bedeutsamkeit	Wirkungsstärke	Wirkung	Wirkungswert (normiert)	Wirkungsspektrum (Extremwerte)		Wirkungsspektrum (N90) (Ergebnis Analyse Bewertungsergebnisse)
		23, 45	vermeidbare Unfälle / Jahr.km	0 - 5		0 - 5
		4	vermeidbare Unfälle / Jahr.km	0 - 2		0 - 2
	Wirkungshäufigkeit	Wirkung	Anzahl Maßnahmen dieser Kategorie [-]	Anteil mit Wirkungsrelevanz [%]		Bewertung Häufigkeit
		23, 45	200-300	ca. 50%		mittel
		4		ca. 90%		hoch
	Begründung		Aussage Fachabteilung X vom xx.xx.xxxx	Aussage Fachabteilung X vom xx.xx.xxxx		Vgl. Doku XXXX
	relative Wirkungsstärke	Bezugsgröße		Gewichtung [0.00 - 1.00]		Begründung
		5 vermiedene Unfälle / Jahr		0.10		Vgl. Doku XXX
	bewertungsrelevante Wirkungsstärke  (Ergebnis Analyse Bewertungsergebnisse)	Bezugsgröße		Rangpositions- veränderungen		Veränderung der Entscheidungsklasse [% der Maßnahmen]
1 vermiedener Unfall/Jahr		Min.  Max.	0  34	5%  13%		
Bedeutsamkeit gegeben (ja/nein)?		ja				
Begründung	Entscheidung AK am xx.xx.xxxx					

Abbildung 25: Beispiel für die Dokumentation der Bedeutsamkeit eines Wirkungsfelds

## 7.4 Festlegung von Wirkungsermittlungsmethoden

Im Anschluss an die Bestimmung der bewertungsrelevanten Wirkungsfelder ist eine Auswahl und Festlegung der für die Wirkungsbeschreibung geeigneten **Wirkungsmerkmale einschließlich deren Operationalisierung** erforderlich.

Wesentliche Grundlage hierzu bildet die Definierung der Erfassbarkeit der einzelnen Wirkungsfelder. Eine wesentliche Aufgabe besteht in der Zusammenführung der Ergebnisse für die einzelnen Wirkungsfelder zu einem möglichst effizienten, nachvollziehbaren und robusten Wirkungsermittlung. Hierzu sind die folgenden Fragenstellungen zu beantworten:

- Für welche Wirkungsfelder können bereits **vorliegende Wirkungsermittlungen übernommen** werden und für welche Wirkungsfelder ist eine **Wirkungsermittlung innerhalb des Verfahrens** erforderlich?
- Ist eine **einheitliche Wirkungsermittlung** für mehrere Wirkungsfelder eines Wirkungsbereichs sinnvoll und möglich oder ist für einzelne Wirkungsfelder eine **gesonderte Wirkungsermittlung** erforderlich?

Der Ablauf dieses Arbeitsschrittes ist in **Abbildung 26** dargestellt.

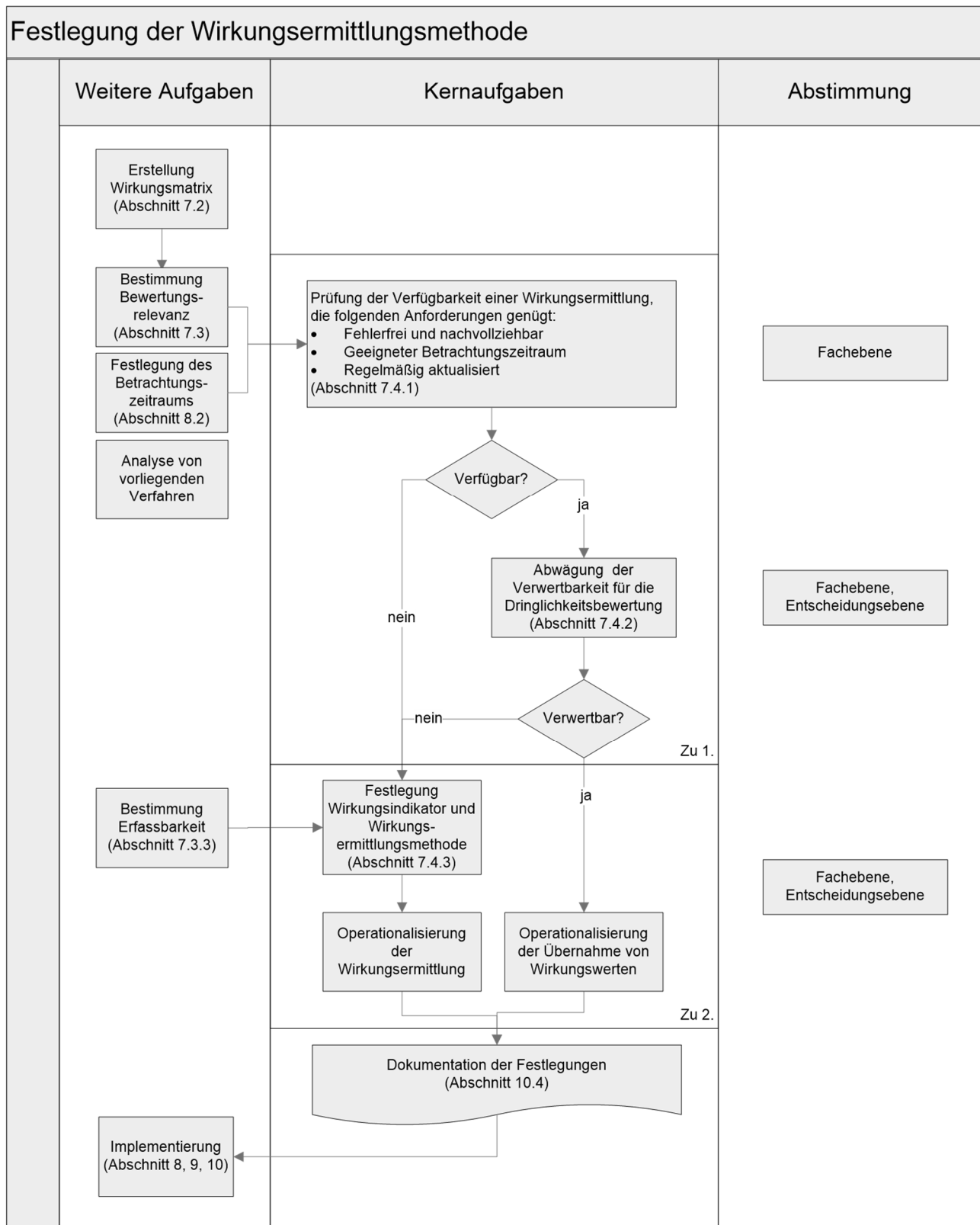


Abbildung 26: Ablaufschema Festlegung Wirkungsermittlungsmethode

### 7.4.1 Anforderungen an die Übernahme von vorliegenden Wirkungsermittlungen<sup>48</sup>

In der Regel liegen zumindest für einen Teil der Wirkungsfelder Wirkungsermittlungen vor, die im Rahmen von vorgelagerten Entscheidungsprozessen erstellt worden sind. So werden üblicherweise Maßnahmenkosten und Wirkungen in Zusammenhang mit dem Anlass der Maßnahme bekannt sein. Die direkte Verwendung von bereits vorliegenden Wirkungsermittlungen für die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung kann zu einer erheblichen **Aufwandsreduzierung** im Rahmen der Dringlichkeitsbewertung beitragen. Allerdings können durch die direkte Verwendung zusätzliche **Probleme und Aufgaben bei der Herstellung einer Vergleichbarkeit** von Wirkungsbeiträgen entstehen.

In einem ersten Schritt ist die **grundsätzliche Verfügbarkeit und Eignung** einer vorliegenden Wirkungsermittlung zu prüfen. Eine vorliegende Wirkungsermittlung sollte hierzu den folgenden Anforderungen genügen:

- Voraussetzung für die Übernahme einer vorliegenden Wirkungsermittlung ist, dass diese den **Anforderungen an Fehlerfreiheit und Nachvollziehbarkeit** genügt. Hiervon kann in der Regel ausgegangen werden, wenn die Wirkungsermittlung auf der Grundlage eines anerkannten Bewertungsverfahrens wie EWS oder PMS durchgeführt worden ist.
- Ferner muss auch für künftige Entscheidungsprozesse auf eine aktuelle Wirkungsermittlung zurückgegriffen werden können. Die Wirkungsermittlung muss daher in ausreichender Häufigkeit **aktualisiert** werden.

Liegt eine geeignete Wirkungsermittlungsmethode vor, ist über die Verwendung im Verfahren zu entscheiden. Diese **Entscheidung über die Verwendung** einer vorliegenden Wirkungsermittlung kann nur unter Berücksichtigung der übrigen Wirkungsfelder des Wirkungsbereichs sowie der verfügbaren Alternativen getroffen werden. Sie liegt letztendlich im Ermessen des Verfahrensentwicklers bzw. des Entscheidungsträgers.

Für eine **Übernahme einer vorliegenden Wirkungsermittlung** für die Wirkungsbeschreibung eines Wirkungsfelds sprechen insbesondere die folgenden Rahmenbedingungen:

- Es gibt keine weiteren bewertungsrelevanten Wirkungsfelder im Wirkungsbereich, für die eine Wirkungsermittlung durchgeführt werden muss.
- Für andere bewertungsrelevante Wirkungsfelder des Wirkungsbereichs liegen vergleichbare Wirkungswerte vor, die nach der gleichen Methodik ermittelt worden sind.
- Für andere bewertungsrelevante Wirkungsfelder des Wirkungsbereichs liegen keine vergleichbaren Wirkungswerte vor, diese können jedoch innerhalb des Verfahrens nach der gleichen Methodik ermittelt werden.

<sup>48</sup> Grundsätzlich ist auch die Übernahme von vorliegenden Bewertungsergebnissen für einzelne Wirkungsfelder möglich (also der Zielerreichungsgrad bzw. die Bewertung des Zielerreichungsgrads). Hierzu ist sicherzustellen, dass wesentliche Informationen, die zur Nachvollziehbarkeit der Bewertungsergebnisse erforderlich sind, mit übernommen und dokumentiert werden. Da bei dieser Vorgehensweise wesentliche Arbeitsschritte übergangen werden, die für das Verständnis über die Aussagekraft der Bewertungsergebnisse hilfreich sind, liegt bei dieser Arbeit der Schwerpunkt auf der Übernahme von (originär skalierten) Wirkungsermittlungen.

**Beispiel:**

*Beispiele für Wirkungsbereiche, die sich für eine Übernahme von vorliegenden Wirkungsermittlungen gut eignen, sind nur für einzelne Maßnahmenkategorien relevante Wirkungen wie Beschäftigungseffekte und regionalwirtschaftliche Effekte von (Neubau-) Maßnahmen, allgemein vorliegende Informationen wie Maßnahmenkosten und nach anerkannten Verfahren ermittelte Wirkungsbereiche wie Verkehrssicherheit, Schadstoffbelastung usw.*

**Gegen eine Übernahme einer vorliegenden Wirkungsermittlung** sprechen die folgenden Rahmenbedingungen:

- Die Vergleichbarkeit mit anderen Wirkungsfeldern des Wirkungsbereichs ist aufgrund von abweichenden Ermittlungsmethoden oder Datengrundlagen nicht gegeben und kann auch nicht mit vertretbarem Aufwand hergestellt werden.

**Beispiel:**

*Bewertung der Erreichbarkeit von Gewerbegebieten in Fahrzeit in Minuten vs. Bewertungsnote aus Nutzerbefragung*

- Für andere bewertungsrelevante Wirkungsfelder des Wirkungsbereichs ist eine Wirkungsermittlung erforderlich, die eine Neuberechnung der Wirkungen für das Wirkungsfeld mit vertretbarem Aufwand erlaubt. Auf diese Weise ist die Vergleichbarkeit (auch für künftige Bewertungsdurchgänge) besser zu gewährleisten.

Die **Entscheidung über die Verwertbarkeit von vorliegenden Wirkungsermittlungen** wird demnach im Wesentlichen von der Frage bestimmt, ob für die einzelnen Wirkungsfelder eines Wirkungsbereichs eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit vertretbarem Aufwand bzw. Verlust an Aussagekraft erreicht werden kann. Je höher der Aufwand, der mit einer Neubewertung verbunden ist, umso sinnvoller ist die Übernahme einer vorliegenden Wirkungsermittlung. Was bei der Herstellung einer Vergleichbarkeit zu beachten ist und wie die Vergleichbarkeit erreicht werden kann, wird im folgenden **Abschnitt 7.4.2** behandelt.

#### **7.4.2 Herstellung der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen**

Die Entscheidung über die Verwendung von vorliegenden Wirkungsermittlungen wird im Wesentlichen von der Frage bestimmt, ob für die einzelnen Wirkungsfelder eines Wirkungsbereichs eine Vergleichbarkeit der vorliegenden Wirkungswerte mit vertretbarem Aufwand bzw. Verlust an Aussagekraft erreicht werden kann. Hierzu sind Informationen erforderlich über:

1. Zielrelevanz,
2. Ermittlungsmethode,
3. Betrachtungszeitraum,
4. Bezugsfall und
5. Relative Wirkungsstärke.

Die grundsätzlichen Aufgabenstellungen, die hierzu bearbeitet werden müssen, werden anhand des folgenden Fallbeispiels abgeleitet und erläutert.

**Beispiel:**

Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung sollen die Auswirkungen von Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen für das Ziel „Verbesserung der Verkehrssicherheit“ bewertet werden. Für die Erhaltungsmaßnahmen liegen Ergebnisse aus PMS und BMS vor, für die Modernisierungsmaßnahmen Bewertungen auf der Grundlage der EWS sowie für eine Maßnahmenkategorie eine von der Planungsebene durchgeführte subjektive Bewertung. Diese Ergebnisse sollen nach Möglichkeit direkt für die maßnahmenartübergreifende Bewertung verwendet werden. Ziel ist, für diese Aspekte auf eine gesonderte Wirkungsermittlung im Rahmen der maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung zu verzichten.

Folgende Wirkungsindikatoren sollen hinsichtlich ihrer Eignung für die Beurteilung der Verkehrssicherheit mit und ohne Maßnahme beurteilt werden:

PMS: Veränderung des Gebrauchswerts

BMS: Veränderung der Note zur Verkehrssicherheit

EWS: Veränderung der Unfallkostenrate

Subjektive Wirkungsermittlung für eine Modernisierungsmaßnahme mit vier ordinalen Wirkungskategorien:

Maßnahme hat keine Relevanz / Maßnahme beseitigt eine auffällige  
Unfallhäufigkeit / kritische Unfallhäufigkeit / einen Unfallpunkt

**Zu 1.: Zielrelevanz**

Bei quantifizierten Wirkungsindikatoren kann über die verwendete Dimension der Zielrelevanz in der Regel relativ einfach bestimmt werden. Bei den dimensionslosen Wirkungsindikatoren oder qualitativen Wirkungsbeschreibungen ist aber zu prüfen, ob und in welchem Umfang **der Indikator Wirkungen beschreibt, die eine Ableitung des Zielerreichungsgrads erlauben**. Diese Informationen können im Idealfall Verfahrensanleitungen entnommen werden. Alternativ ist sicherzustellen, dass mit der für die Wirkungsermittlung zuständigen Person oder Instanz ein übereinstimmendes Verständnis zur inhaltlichen Aussagekraft des Indikators besteht.

**Beispiele:**

Der im PMS verwendete Gebrauchswert beschreibt nicht ausschließlich Auswirkungen auf die Verkehrssicherheit, sondern umfasst auch Aspekte der Befahrbarkeit (Komfort, Leistungsfähigkeit). Ein hoher Wirkungsgrad muss daher nicht zwingend auf eine entsprechende Verbesserung der Verkehrssicherheit hinweisen.

Der Begriff der Verkehrssicherheit wird in der EWS anders als im BMS verwendet. Im BMS wird sie in Verbindung mit der Straßenverkehrssicherungspflicht verstanden (vgl. Abschnitt 2.6.2). Die Wirkungsermittlung umfasst daher auch Aspekte der Haftung sowie Schadensersatzansprüche gegenüber dem Baulastträger. In der EWS steht der Begriff der Verkehrssicherheit für die Anzahl und die Schwere von Straßenverkehrsunfällen und deren volkswirtschaftliche Folgen.

Ist eine Zielrelevanz gegeben, so ist die Verwertbarkeit der vorliegenden Daten durch die nachfolgenden Arbeitsschritte festzustellen.

### **Zu 2.: Ermittlungsmethode**

Grundlegende Kenntnisse über die methodische Vorgehensweise bei der Wirkungsermittlung einer vorliegenden Datengrundlage sind für eine sachgerechte Übernahme von Wirkungswerten selbstverständlich erforderlich. Bei der Verwendung von vorliegenden Wirkungsermittlungen ist die **Belastbarkeit der Angaben** stets zu prüfen.

Je umfangreicher die Kenntnis über die berücksichtigten Wirkungsketten und verwendeten Datengrundlagen ist, desto geringer ist die Unsicherheit, die durch die Verwendung der Daten entsteht. Bei normierten Bewertungsmethoden auf der Grundlage von verlässlichen Datengrundlagen kann deren Belastbarkeit vorausgesetzt werden.

Bei den dimensionslosen Wirkungswerten ist die Nachvollziehbarkeit über die genaue Aussage des Werts erschwert.

#### ***Beispiele:***

*Bei Wirkungen, die z.B. aus den dimensionslosen Noten eines PMS abgeleitet werden, ist zu berücksichtigen, dass nicht nur verschiedene Wirkungsbereiche zu einer Note zusammengefasst werden, sondern dass hierbei auch Durchschlageregeln zum Einsatz kommen.*

*Der Wirkungswert kann daher auf einen räumlich stark begrenzten und/oder nicht unmittelbar mit dem Wirkungsbereich zusammenhängenden Tatbestand zurückzuführen sein.*

*Dies ist auch ein wesentlicher Grund, weshalb auf eine Verwendung von aggregierten Noten aus vorliegenden Wirkungsermittlungen möglichst (zugunsten einer originären Wirkungsermittlung unter Verwendung von dimensionsbehafteten Zustandswerten) verzichtet werden sollte.*

Bei der Verwendung von **subjektiv geprägten Wirkungsermittlungen** sollte zur Reduzierung der Unsicherheit sowie zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit eine **interpersonell überprüfbare Begründung** für die ermittelten Wirkungsstärken vorliegen. Wenn die Belastbarkeit durch die Berücksichtigung von Datengrundlagen aus unabhängigen Drittquellen erhöht werden kann, sollte dies genutzt werden.

### **Zu 3.: Betrachtungszeitraum**

Der Betrachtungszeitraum von vorliegenden Wirkungsermittlungen kann sowohl im Umfang (z.B. Anzahl an Jahren) als auch in der zeitlichen Lage (Realisierungszeitpunkt der Maßnahme) abweichen.

Liegen unterschiedliche Betrachtungszeiträume vor, ist zu prüfen, ob die Vergleichbarkeit trotzdem als gegeben angesehen oder ob sie über eine Transformationsregel wiederhergestellt werden kann.

Dabei ist darauf zu achten, dass nur die Wirkungen, die auch Gegenstand der maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung sind, berücksichtigt werden. Werden im Verfahren Wirkungen in Zusammenhang mit der Realisierung oder Reinvestitionen nicht berücksichtigt, sind diese

folgerichtig bei einer Übernahme von vorliegenden Wirkungsermittlungen ebenfalls nicht mit aufzunehmen. In der Praxis wird dies meist nur über vereinfachte Ansätze möglich sein.

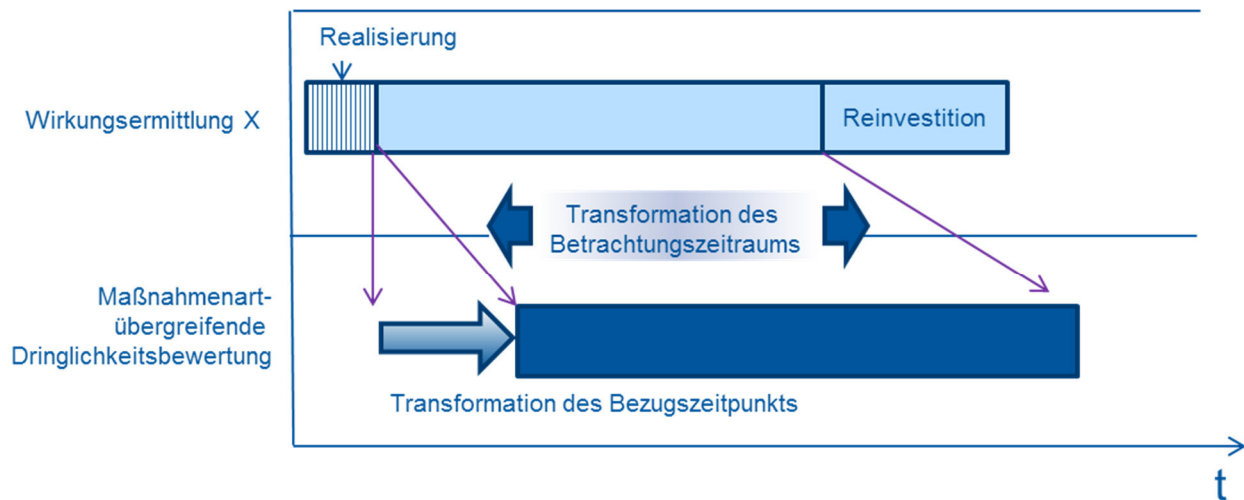


Abbildung 27: Prinzipdarstellung Schaffung Vergleichbarkeit Betrachtungszeiträume

Bei einer abweichenden zeitlichen Lage ist zu prüfen, ob die berücksichtigten Einflussfaktoren zur Wirkungsermittlung für den Betrachtungszeitraum der maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung unverändert gültig sind (z.B. Verkehrsbelastungen).

Eine häufig vorkommende Wirkungsanpassung in diesen Zusammenhang sind Kostenaspekte, für die eine Anpassung zwischen den Preisniveaus zu verschiedenen Zeitpunkten durchzuführen ist.

#### **Zu 4.: Bezugsfall**

In **Kapitel 6** wurde zur Sicherstellung der nachhaltigen Funktionsfähigkeit und Finanzierbarkeit des Straßennetzes die Verwendung von Mindestmaßnahmen vorgeschlagen. Der Bezugsfall von vorliegenden Wirkungsermittlungen wird in der Regel hiervon abweichen. Wirkungen, die aufgrund der Verletzung von absoluten Eingriffsgrenzwerten zu einer unmittelbaren Realisierung der Maßnahme führen, können bei der Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen bei der maßnahmenartübergreifenden Bewertung nicht mehr auftreten. Dies ist bei der Transformation zu berücksichtigen, indem z.B. alle Wirkungswerte, die den absoluten Eingriffsgrenzwert verletzen, auf diesen Wert transformiert werden (vgl. **Abbildung 28**).

#### **Zu 5.: Relative Wirkungsstärke**

Bei einer Übernahme von vorliegenden Wirkungsermittlungen muss der Grad der Zielerreichung bezogen auf das Zielkriterium der maßnahmenartübergreifenden Bewertung möglich sein. Hierzu sind unter Berücksichtigung der oben genannten Aspekte ggf. geeignete Transformationsregeln zu definieren.

Die Übernahme der Wirkungsermittlung erfordert daher die Bestimmung von äquivalenten Wirkungswerten zwischen der vorliegenden Wirkungsermittlung und dem Zielkriterium der maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung. Bei jeweils linearen Zielfunktionen reicht hierzu die Bestimmung von zwei Äquivalenzpaaren aus, bei komplexeren Zielfunktionen muss in der Praxis der Transformationsregel über mehrere Werte angenähert werden. Für die Übertragung von ordinalen Wirkungskategorien ist die Herstellung der Äquivalenz für jede ordinale Wirkungs-

kategorien erforderlich. Ggf. ist die Herstellung der Äquivalenz auch nur für Wirkungsintervalle möglich, die die Unsicherheit bezüglich der Wirkung widerspiegeln.

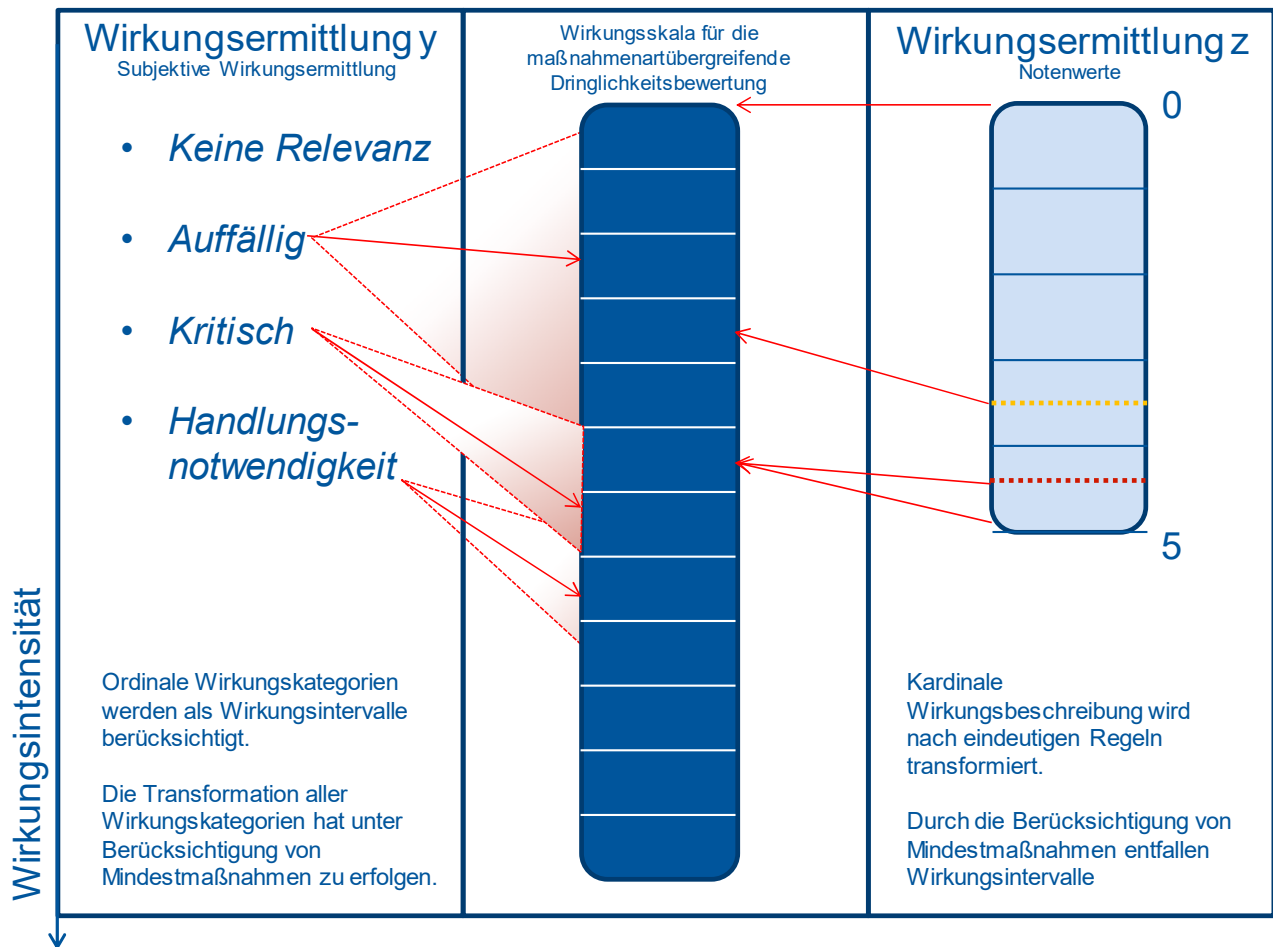


Abbildung 28: Prinzipdarstellung Transformation Wirkungswerte

Die Verwendung von mehreren Datenquellen nach dem dargestellten Beispiel führt zu dimensionslosen Wirkungswerten bei der maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung.

### Praktische Umsetzung

Damit vorliegende Wirkungsindikatoren übernommen werden können, muss eine Relevanz für das Zielkriterium gegeben sein. Der **Grad der Zielerreichung muss (als eindeutiger Wert oder als Intervall) festgelegt werden können**. Unterschiedliche Festlegungen für Wirkungsindikatoren sind kein Ausschlusskriterium für die Verwendung von Ergebnissen aus vorliegenden Wirkungsermittlungen. Sie müssen dem Verfahrensentwickler und der Entscheidungsebene aber bewusst sein. Unsicherheiten, die aus der Verwendung dieser Grundlagen entstehen, sind bei der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen.

Insbesondere wenn für die Verwendung von vorliegenden Wirkungsermittlungen mehrere mit Unsicherheiten behaftete Transformationen vorgenommen werden müssen, ist eine **originäre Ermittlung der Wirkungen zu bevorzugen**.

Aufgrund der potenziell erheblichen Auswirkungen für die Konsistenz der Dringlichkeitsbewertung und die geringe Nachvollziehbarkeit von Transformationen sind die Ergebnisse dieses Arbeitsschritts vor Implementation mit der **Entscheidungsebene ausführlich abzustimmen**. Die Transformation von Datengrundlagen auf eine einheitliche Wirkungsskala kommt im Prinzip einer



Gewichtung von Wirkungsbeiträgen gleich. Sofern auf nicht normierte Wirkungsermittlungen zurückgegriffen werden soll, ist es empfehlenswert, zur Verifizierung der Ergebnisse die für die Wirkungsermittlung zuständige Person oder Instanz mit einzubinden.

Eine **Dokumentation der gewonnenen Erkenntnisse und getroffenen Entscheidungen** trägt zur Verbesserung der Nachvollziehbarkeit bei. Darüber hinaus kann es zielführend sein, die Konsequenzen der Transformation in „Wirkungsäquivalenten“ auszudrücken, die von allen Beteiligten besser eingeordnet werden können. Dies kann z.B. erfolgen, indem die Wirkungswerte einer Datengrundlage in die Wirkungswerte einer weiteren Datengrundlage „übersetzt“ werden. Diese Vorgehensweise eignet sich insbesondere, wenn die Wirkungswerte einer der verwendeten Datengrundlagen quantifiziert vorliegen.

### 7.4.3 Festlegung von Wirkungsindikatoren und Methoden zur Wirkungsermittlung

Sofern innerhalb des Verfahrens in einem Wirkungsbereich für mehrere Wirkungsfelder eine Wirkungsermittlung durchgeführt werden muss, stellt sich die Frage nach der geeigneten Ermittlungsmethode. Eine **einheitliche Methode** wird im Sinne einer effizienten und vergleichbaren Wirkungsermittlung **anzustreben** sein. In der Praxis wird dies aber nicht immer möglich oder zielführend sein.

Bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung können Wirkungen für verschiedene Wirkungsfelder eines Wirkungsbereichs auf unterschiedliche Art und Weise **operationalisiert** werden.

Hierbei ist für ein nachvollziehbares und leicht automatisierbares Verfahren die Festlegung von **quantitativen Wirkungsindikatoren** anzustreben. Quantitative Wirkungsindikatoren ermöglichen außerdem die Zuordnung einer kardinalen Skala von Wirkungsbeiträgen, was insbesondere für die Dringlichkeitsreihung einer hohen Anzahl an Maßnahmen für die Differenzierung nach Entscheidungsklassen von Vorteil ist.

Diese Wirkungsweisen sollten den Grundanforderungen an die Erfassbarkeit (vgl. **Abschnitt 7.3**) genügen. Außerdem ist anzustreben, dass die **Informationsdichte über die Maßnahmen nicht abnimmt**. Von einer Vereinheitlichung des Wirkungsindikators auf den „kleinsten gemeinsamen Nenner“ ist in der Regel abzuraten, da hierdurch Informationen, die für eine differenzierte Rangreihung der Maßnahmen benötigt werden, verloren gehen.

Bei der Festlegung der Wirkungsermittlungsmethode ist zu prüfen, ob eine **einheitliche Methode der Wirkungsermittlung** effizient zu belastbaren Ergebnissen führt oder ob **getrennte, jeweils auf den spezifischen Kontext der betroffenen Maßnahmenkategorie ausgerichtete Ermittlungsmethoden** besser geeignet sind. Eine einheitliche Wirkungsermittlung vereinfacht in der Regel die Datenhaltung und -verarbeitung und kann dadurch zu einer effizienten Verfahrensgestaltung beitragen. Andererseits können Methoden, die für verschiedenste Rahmenbedingungen zu belastbaren Ergebnissen führen, sehr komplex und aufwändig bezüglich der Versorgung mit Datengrundlagen sein.

**Beispiel:**

*Die Veränderung der Lärmbelastung durch die Realisierung einer Schallschutzwand und einer Deckenerneuerung lässt sich z.B. über den Wirkungsindikator „wahrgenommene Schallveränderung in dB(A) x Anwohner“ ausdrücken. Für die Wirkung der Schallschutzwand wird in der Regel eine Wirkungsermittlung vorliegen, die direkt übernommen werden kann. Die zugrunde liegende (komplexe und aufwändige) Ermittlungsmethode kann ebenso für die Wirkungsermittlung der Deckenerneuerung verwendet werden. Allerdings lässt sich diese Wirkung ggf. mit einem geringen Verlust an Aussagekraft mit deutlich weniger Aufwand über eine pauschalisierte Lärmreduktion und Anwohneranzahl ableiten.*

Für die Bewertung der Wirkungen sind ein **Zielkriterium** sowie ein **angestrebter Zielzustand** zu definieren. Bei einem einheitlichen Wirkungsindikator ist die Dimension des Zielkriteriums einheitlich mit dem Wirkungsindikator zu wählen. Wenn kein einheitlicher Wirkungsindikator vorliegt, ist zu entscheiden, ob für jeden der Wirkungsindikatoren ein entsprechendes Zielkriterium definiert wird oder ob unabhängig hiervon ein maßgebendes Zielkriterium festgelegt wird. Für die Bearbeitung erfordern beide Möglichkeiten eine Normierung der Wirkungsbeiträge. Empfohlen wird die Festlegung von nur einem möglichst quantifizierten Zielindikator und Zielzustand, da die Nachvollziehbarkeit der Bewertung bei dieser Vorgehensweise als besser eingestuft wird.

Als **Ergebnis dieses Arbeitsschritts** sind für alle bewertungsrelevanten Wirkungsfelder eindeutige Wirkungsermittlungsmethoden definiert, wobei entweder:

- Ergebnisse aus bereits vorliegenden Wirkungsermittlungen übernommen werden oder
- Wirkungsermittlungen innerhalb des Verfahrens durchgeführt werden.

Für beide Methoden müssen auf dieser Grundlage eindeutige Prozeduren zur **Übernahme und Verarbeitung der erforderlichen Datengrundlagen** definiert werden können. Für Wirkungsermittlungen innerhalb des Verfahrens sind außerdem die Ermittlungsmethoden so zu konkretisieren, dass diese (möglichst als automatisiert nutzbare) **Berechnungsvorschriften im Verfahren implementiert** werden können.

Auch für diesen Arbeitsschritt gilt, dass alle wesentlichen Festlegungen dokumentiert werden sollten. Für die **Dokumentation** des Abwägungsprozesses bietet sich z.B. die Berichtsform an. Die operationalisierten Wirkungsermittlungsmethoden sollten zur Vereinfachung der Aktualisierung im Rahmen von künftigen Entscheidungsprozessen jeweils gesondert festgehalten werden (vgl. **Abschnitt 10.4**).

## 7.5 Identifikation von bewertungsrelevanten Interdependenzwirkungen

Interdependenzen können sowohl aus Abhängigkeiten mit Maßnahmen aus dem betrachteten Maßnahmenkollektiv (**interne Interdependenzen**) als auch aus Abhängigkeiten mit Maßnahmen Dritter (**externe Interdependenzen**) entstehen.

Die Berücksichtigung von Wirkungsinterdependenzen kann zu einer erheblichen **Zunahme der Komplexität des Verfahrens** und des erforderlichen Aufwands für die Durchführung eines Verfahrens führen. Arten von Wirkungsinterdependenzen und der methodische Umgang hiermit stehen allerdings nicht im Fokus der Literatur zur Verfahrensgestaltung. Nachfolgend werden deshalb Hinweise formuliert, wie diese Wirkungen systematisch erfasst und die Relevanz für die Dringlichkeitsbewertung bestimmt werden kann.

Interdependenzen werden hier nach den **Wirkungsphasen** „Realisierung“ und „Nutzung“ differenziert. Ferner wird bei den Wirkungsinterdependenzen nach Interdependenzen, die sich (objektiv messbar) auf den Wirkungswert auswirken (**Wirkungsinterdependenzen**) und Interdependenzen, die die (subjektive) Bewertung von Wirkungswerten verändern<sup>49</sup> (**Bewertungsinterdependenzen**), unterschieden. Schließlich können Interdependenzen auch **Restriktionen** für die Zulässigkeit einer Entscheidungsalternative beinhalten. **Tabelle 14** zeigt eine Übersicht über die bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung zu erwartenden Interdependenzen.

Wirkungsphase	Art der Interdependenz		
	Interaktionen		Restriktionen
	Wirkungsinteraktionen	Bewertungsinteraktionen	Restriktionen
Realisierung	<p>Wirkungsamkeit von Maßnahmen</p> <p><b>Beispiele:</b>  <i>Kosteneinsparungen für Baustelleneinrichtung, geringere Nutzungseinschränkungen durch verkürzte Bauzeiten</i></p> <p><i>Kostenzunahme und größere Nutzungseinschränkungen durch verlängerte Bauzeiten oder aufwändigere Bauphasierung</i></p> <p><i>Veränderung der Lärmwirkung durch eine Verlagerung von Verkehrsströmen bei einer bauzeitlichen Umleitung</i></p>	<p>Vermittelbarkeit von Maßnahmen</p> <p><b>Beispiel:</b>  <i>Empfindung von Behinderungen bei Unterbrechung einer sukzessiven Bautätigkeit bei mehreren Maßnahmen</i></p>	<p>Realisierbarkeit von Maßnahmen</p> <p><b>Beispiel:</b>  <i>Zwingend einzuhaltende Realisierungsabfolge von Maßnahmen</i></p>
	<p><b>Beispiele:</b>  <i>Verlagerung von Verkehrsströmen durch kapazitative Maßnahmen, die zu Wirkungsveränderungen für die Wirkungsbereiche Lärmveränderung, Verkehrsabwicklungsqualität oder Verkehrssicherheit für Maßnahmen im Wirkungsbereich der kapazitiven Maßnahme führen</i></p> <p><i>Unterschiedliche Bewertung der Lärmwirkung einer Deckenerneuerung in Abhängigkeit der Realisierung einer Lärmschutzwand</i></p>	<p><b>Beispiel:</b>  <i>Minderung von positiven Effekten durch eine unzusammenhängende Abschnittsfolge bei einer Deckenerneuerung, verbleibenden Engstellen durch nicht realisierte Bauwerkserneuerung im Verlauf eines realisierten Streckenausbaus</i></p>	<p><b>Beispiel:</b>  <i>Kapazitative Erweiterung einer Strecke und Neubau eines Radwegs schließen sich gegenseitig aus</i></p>

Tabelle 14: Arten von Interdependenz

Relevante **Restriktionen** sind bei der Bewertung stets zu berücksichtigen, da sie die Zulässigkeit der getroffenen Entscheidung mitbestimmen. Als Unterstützung für eine effiziente Berücksichtigung von Restriktionen kann im Rahmen der Verfahrensentwicklung ein Katalog der zu berücksichtigenden Restriktionen aufgestellt werden. Für diese Restriktionen können im Rahmen der Verfahrensentwicklung Regeln erarbeitet werden, wie diese (möglichst automatisiert) erkannt und bei der Bewertung von Handlungsalternativen berücksichtigt werden können. Die Relevanz von Restriktionen für die Bewertungsergebnisse sollte in enger Abstimmung mit den planenden Fachebenen beurteilt werden.

**Wirkungsinterdependenzen** können grundsätzlich bei allen Wirkungsfeldern eine Rolle spielen. In der Regel verstärken sie bewertungsrelevante Wirkungen oder schwächen diese ab. Weitere Wirkungen, die ausschließlich aufgrund von Wirkungsinterdependenzen auftreten, werden in der

<sup>49</sup> Dies ist formal Teilaspekt der Festlegung des Zielsystems, lässt sich an dieser Stelle aber methodisch schwer umsetzen. Für die praktische Umsetzung wird diese Art von Interdependenz hier als Wirkung betrachtet.

Regel nicht zu beachten sein. Die Bestimmung der Bewertungsrelevanz und die Festlegung der Wirkungsermittlungsmethode für Wirkungsinterdependenzen sind daher im Wesentlichen über die vorher dargestellten Arbeitsschritte (vgl. **Abschnitte 7.2, 7.3 und 7.4**) erfasst. Bei der Bestimmung der Bewertungsrelevanz eines Wirkungsfelds sind dazu evtl. verstärkende oder abschwächende Wirkungen durch Wirkungsinterdependenzen sowie die Erfassbarkeit dieser Wirkungen gesondert zu berücksichtigen.

Für die **Bewertungsinterdependenzen** sind im Allgemeinen zusätzliche Wirkungszusammenhänge und Bewertungsregeln zu definieren. Diese sind ebenso wie die Maßnahmenwirkungen hinsichtlich ihrer Erfassbarkeit und Bedeutsamkeit für die Bewertung zu überprüfen. Die in **Abschnitt 7.3** dargestellten Arbeitsschritte gelten sinngemäß. Die Erfassung von relevanten Bewertungsinterdependenzen muss in enger Zusammenarbeit mit dem Entscheidungsträger erfolgen, idealerweise im Rahmen der Aufstellung des Zielsystems.

Für die hier behandelten Arten der Interdependenz gilt, dass eine verlässliche Ermittlung von Auswirkungen aufgrund der komplexen Zusammenhänge und der Bedeutung von lokalen Randbedingungen in der Regel ohne Zusatzinformationen kaum möglich sein wird. Für die Verfahrensentwicklung sollte der Schwerpunkt daher auf der **Festlegung von Inhalt und Aufbereitung von Informationen** liegen, anhand derer eine Interdependenz erkannt werden kann. Die Ermittlung von potenziellen Interdependenzen zwischen einzelnen Maßnahmen sollte von der/den planenden Fachebene(n) vorgenommen werden und als Teil der Maßnahmeninformation für die Dringlichkeitsbewertung bereitgestellt werden.

Aufgrund der erhöhten Komplexität, die mit der Berücksichtigung von Interdependenzen entsteht, werden in **Abschnitt 9.2** effiziente Vorgehensweisen für die Wirkungsermittlung und Bewertung erarbeitet.

### 7.6 Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Der Prozessablauf zur Festlegung des Ziel- und Wirkungssystems in Zusammenhang mit der Bewältigung von typischen Aufgabenstellungen bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung ist in **Abbildung 29** dargestellt.

Im Sinne einer effizienten Verfahrensgestaltung sollte eine **Ausgangslösung für die Festlegung von potenziellen Wirkungsfeldern, die Bestimmungen der Bewertungsrelevanz und die Festlegung von Wirkungsbeschreibungen** durch die mit der Verfahrensentwicklung betrauten Bearbeitern generiert werden. Als Grundlage dienen Wirkungsermittlungsmethoden aus vorgelagerten Entscheidungsverfahren sowie Ansätze aus der Literatur. Zur Sicherstellung der Vollständigkeit, Korrektheit und Akzeptanz sollte diese Ausgangslösung anschließend mit den **beteiligten Fachebenen rückgekoppelt** und ggf. überarbeitet werden. Hierbei kann es für eine effiziente Bearbeitung sinnvoll sein, diesen Arbeitsschritt jeweils nur auf die für die einzelnen Fachebenen relevanten Maßnahmenkategorien zu beschränken.

Ferner sind für die Bestimmung der externen Wirkungsinterdependenzen ggf. **Abstimmungen mit Dritten** erforderlich. In einem ersten Schritt sollten unter Beteiligung der Fachabteilungen mögliche und relevante Wechselwirkungen mit Planungen Dritter zusammengestellt und erforderliche Datengrundlagen für die Dringlichkeitsbewertung abgeleitet werden. Mit den zuständigen Ansprechpartnern der Planung Dritter ist festzulegen, welche Informationen wie aufbereitet für die Dringlichkeitsbewertung zur Verfügung gestellt werden können. Ferner sollten Prozeduren vereinbart werden, wie die Informationsversorgung bei künftigen Wiederholungen der Dringlichkeitsbewertung möglichst reibungslos erfolgen kann.

Die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems sollte mit einer **Rückkopplung der Ergebnisse mit den beteiligten Fach- und Entscheidungsebenen** abgeschlossen werden. Als Grundlage sind die Erstellung einer Dokumentation der berücksichtigten und nicht berücksichtigten Wirkungsbereiche und eine Begründung, ob und wie Wirkungsbereiche in die Entscheidungsfindung eingehen, sinnvoll.

Diese Dokumentation sollte in einer Weise erstellt werden, die eine **Verifizierung der Gültigkeit der getroffenen Entscheidungen** auch bei **künftigen Entscheidungsprozessen** erlaubt. Der Verfahrensentwickler sollte bei Verwendung von bereits vorliegenden Wirkungsermittlungen die Methodik und die verwendeten Datengrundlagen soweit analysieren, dass die Eignung anhand einer Dokumentation der berücksichtigten Wirkungsketten, Datengrundlagen und Berechnungsmethode nachvollzogen werden kann. Weitere Hinweise zur Dokumentation sind in **Abschnitt 10.4** dargestellt.

Die hier vorgeschlagene Vorgehensweise zur Festlegung von bewertungsrelevanten Maßnahmenwirkungen sieht einen iterativen Prozessablauf vor und ist an weitere Arbeitsschritte der Verfahrensentwicklung gekoppelt. Der Prozessablauf muss durch mehrere Abstimmungen mit weiteren an der Verfahrensentwicklung beteiligten Akteuren begleitet werden. Dies führt zu einem arbeitsintensiven Prozess, welcher aber den Ansprüchen an die Komplexität der Aufgabenstellung gerecht wird und zur Sicherstellung von belastbaren Bewertungsergebnissen sowie zur Akzeptanz dieser Ergebnisse bei weiteren Akteuren wesentlich beitragen kann.

## **Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Zusammenfassung der Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems

### **Hinweise für die systematische Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern**

- ➔ Die Erstellung einer Wirkungsmatrix unterstützt die systematische und effiziente Identifikation von bewertungsrelevanten Wirkungen.
- ➔ Relevante Wirkungsbereiche sind iterativ und in Rückkopplung mit der Entwicklung des Zielsystems ausgehend von in der Verkehrsplanung üblichen Wirkungssystemen zu entwickeln.
- ➔ Maßnahmen sind zur eindeutigen Bestimmung der relevanten Wirkungsbereiche in wirkungshomogene Kategorien zu klassifizieren.

### **Hinweise für die Bestimmung der Bewertungsrelevanz von Wirkungsfeldern**

- ➔ Zur Bestimmung der Bewertungsrelevanz eines Wirkungsbereichs sollte schrittweise die Empfindlichkeit, Erfassbarkeit und Bedeutsamkeit überprüft werden.
- ➔ Die Empfindlichkeit kann auf qualitativer Ebene beurteilt werden.
- ➔ Voraussetzung für die Erfassbarkeit sind bekannte Wirkungsketten/ Wirkungsermittlungsmethoden sowie die Verfügbarkeit der erforderlichen Datengrundlagen.
- ➔ Für die Beurteilung der Bedeutsamkeit ist eine Analyse des Wirkungsspektrums, der Wirkungshäufigkeit und der relativen Wirkungsstärke durchzuführen.

### **Hinweise für die Festlegung der Wirkungsermittlungsmethoden**

- ➔ Die Übernahme von vorliegenden Wirkungsermittlungen setzt die Fehlerfreiheit und Nachvollziehbarkeit der Daten, die Vergleichbarkeit des Betrachtungszeitraums und die regelmäßige Aktualisierung der Wirkungsermittlung voraus.
- ➔ Die Entscheidung über die Verwendung einer vorliegenden Wirkungsermittlung ist unter Berücksichtigung der Rahmenbedingungen für die übrigen Wirkungsfelder des Wirkungsbereichs und die verfügbaren Alternativen zu treffen.
- ➔ Bei einer Wirkungsermittlung innerhalb des Verfahrens sind quantifizierbare Wirkungsindikatoren anzustreben.
- ➔ Bei der Festlegung der Wirkungsermittlungsmethode ist zu prüfen, ob eine einheitliche Methode der Wirkungsermittlung effizient zu belastbaren Ergebnissen führt.
- ➔ Es sind eindeutige Prozeduren zur Übernahme und Verarbeitung der erforderlichen Datengrundlagen zu definieren.
- ➔ Die Ermittlungsmethoden sind soweit zu konkretisieren, dass diese (möglichst als automatisiert nutzbare) Berechnungsvorschriften in das Verfahren implementiert werden können.

*Fortsetzung auf der nächsten Seite*

## **Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Zusammenfassung der Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems (Fortsetzung)

### **Hinweise für die Identifikation von bewertungsrelevanten Interdependenzwirkungen**

- ➔ Für die Verfahrensentwicklung sind Wirkungs- und Bewertungsinterdependenzen sowie Restriktionen zu unterscheiden.
- ➔ Für die Verfahrensentwicklung ist der Schwerpunkt auf die Festlegung von Inhalt und Aufbereitung von Informationen zu legen, anhand derer eine Interdependenz erkannt werden kann.

### **Sonstige Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems**

- ➔ Zur Sicherstellung der Vollständigkeit und Fehlerfreiheit ist eine geordnete Beteiligung der Fachebenen vorzusehen.
- ➔ Die Entscheidungsebene ist bei Festlegungen mit Auswirkungen auf die Genauigkeit und den Bearbeitungsaufwand des Verfahrens einzubeziehen.
- ➔ Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit des entwickelten Verfahrens und zur Erleichterung einer späteren Aktualisierung sind die getroffenen Festlegungen zu dokumentieren.

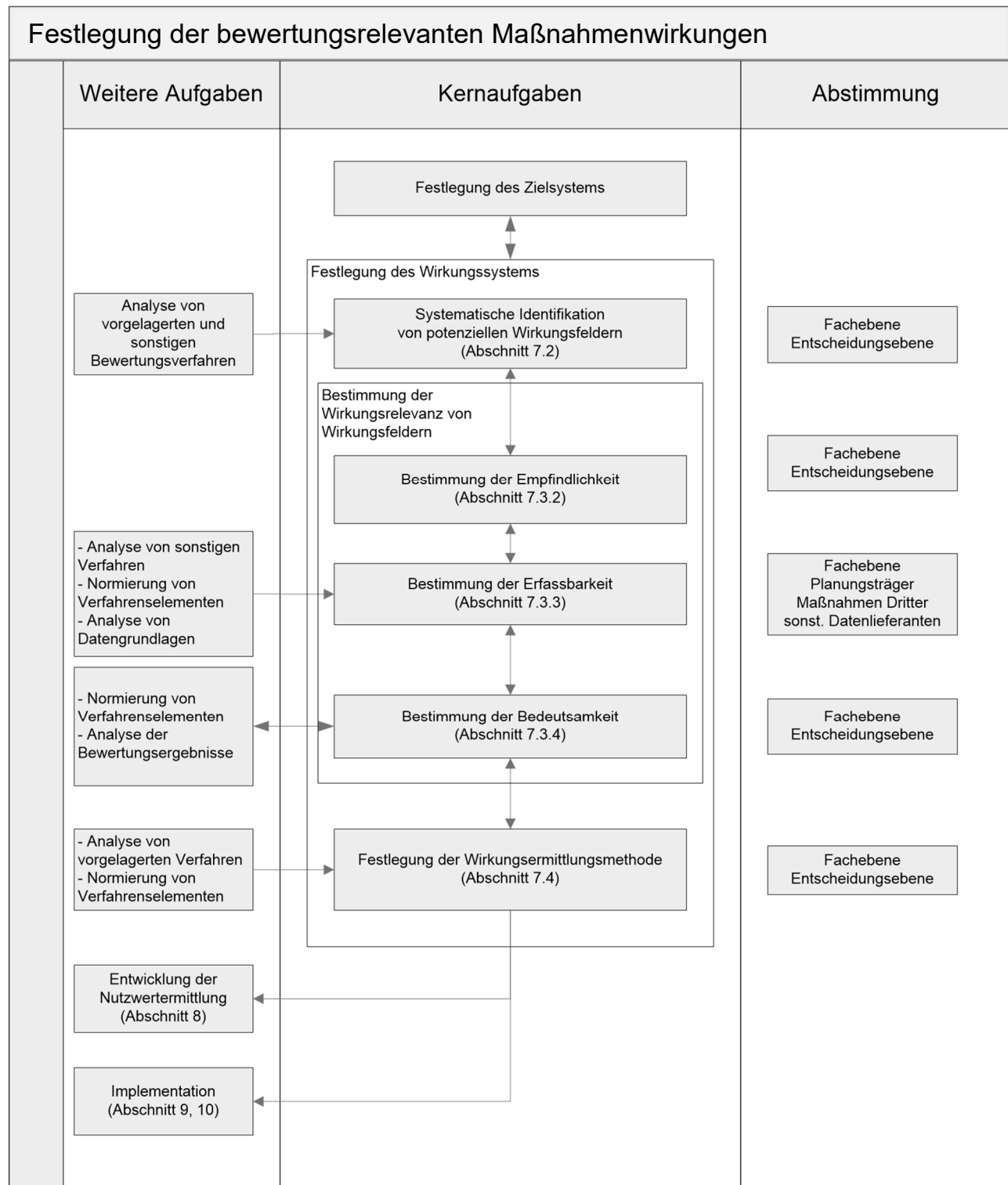


Abbildung 29: Ablaufschema Festlegung der bewertungsrelevanten Maßnahmenwirkungen



## 8 Hinweise für die Entwicklung des Bewertungssystems

### 8.1 Vorbemerkungen

In **Kapitel 3** wurden grundlegende Festlegungen in Zusammenhang mit der Entwicklung von Bewertungssystemen abgeleitet. Das Verfahren wird bei dem gegebenen Kontext des Entscheidungsproblems im Kern einen multikriteriellen nutzwertanalytischen Ansatz erfordern. Für diese Arbeit wird außerdem die Zielgewichtung als Ansatz für die Synthese der verschiedenen Nutzenbeiträge einer Maßnahme berücksichtigt.

In diesem Kapitel werden Hinweise für die Festlegung von ausgewählten, wesentlichen Aspekten der Nutzwertermittlung und -bewertung erarbeitet.<sup>50</sup>

Hinweise für die **Festlegung der Gewichtung** werden in **Abschnitt 8.2** erarbeitet. Für die Festlegung der Zielgewichte besteht keine alleinrichtige Vorgehensweise. Hier wird eine Vorgehensweise dargestellt, mit der die verschiedenen Verfahrensanforderungen weitestgehend berücksichtigt werden können.

In **Abschnitt 8.3** werden Hinweise für die **Festlegung des Betrachtungszeitraums** entwickelt. Schwerpunkt liegt hierbei auf einer angemessenen Berücksichtigung der unterschiedlichen zeitlichen Wirkungsweisen der einzelnen Maßnahmenarten sowie der periodisch wiederkehrenden Entscheidungsfindung. Hierbei wird u.a. auf die Frage eingegangen, über welchen Zeitraum verlässliche Aussagen zur Wirkung und damit zum Nutzen einer Maßnahme getätigt werden können.

**Festlegungen für die Ermittlung des Bewertungs- und Entscheidungskriteriums** werden im **Abschnitt 8.4** behandelt. Hierzu werden geeignete Kriterien ausgewählt. Ferner wird auf die angemessene Berücksichtigung von Kostenkomponenten bei der Bewertung und Entscheidung eingegangen.

Dieses Kapitel in **Abschnitt 8.5** wird mit einer Zusammenfassung der **Hinweise und Folgerungen für die Verfahrensentwicklung** abgeschlossen.

### 8.2 Festlegung der Zielgewichtung

Die grundsätzlichen Anforderungen und Methoden zur Festlegung einer Synthese von Wirkungsbeiträgen wurden in **Abschnitt 3.4.3** dargestellt. Diese Festlegung ist ein komplexer, normativer und zu einem gewissen Grad subjektiver Prozess, welcher immer innerhalb des Kontexts eines Entscheidungsverfahrens zu erfolgen hat. Die abschließende Festlegung liegt im Verantwortungsbereich des Entscheidungsträgers, wobei in der Regel weitere Beteiligte im Rahmen eines diskursiven Findungsprozesses einzubinden sind.

Aufgrund der ermittelten Verfahrensanforderungen sind die folgenden Anforderungen an die Zielgewichtung zu stellen:

- **Konsistente Ergebnisse bei sich ändernden Entscheidungssituationen:**

Die Zielgewichtung sollte unabhängig von der jeweiligen Entscheidungssituation innerhalb eines bestimmten Kontexts des Verfahrens Gültigkeit haben. Aufgrund des Umfangs des Maßnahmenkollektivs und der iterativen Vorgehensweise können Änderungen während

<sup>50</sup> Bei der Erarbeitung dieser Hinweise liegt der Schwerpunkt auf der Lösung der identifizierten typischen Aufgabenstellungen (vgl. Abschnitt 5.5, Tabelle 11).

des Entscheidungsprozesses nicht ausgeschlossen werden. Ferner findet die Entscheidungsfindung periodisch wiederholt statt.

- **Interpersonelle Nachvollziehbarkeit:**

Wertvorstellungen verändern sich im Laufe der Zeit. Damit Festlegungen bei aufeinanderfolgenden Entscheidungssituationen übernommen werden können, muss auch für künftige Entscheidungsträger nachvollziehbar sein, welche Aspekte auf welche Weise bei der Festlegung eine Rolle gespielt haben, damit die Aktualität der Festlegungen überprüft werden kann.

- **Flexibel gegenüber Veränderungen innerhalb des Gewichtungssystems:** Eine Aktualisierung von einzelnen Skalierungen oder Zielgewichten sollte möglichst ohne aufwändige Anpassungsprozesse möglich sein.

Für die Festlegung der Zielgewichte besteht keine alleinrichtige Vorgehensweise. Jede Methode hat spezifische Vor- und Nachteile.

In der Verkehrsplanung wird die **Monetarisierung als Gewichtungsansatz** vielfach angewandt. Vorteil der Monetarisierung ist die gute Zugänglichkeit aufgrund des gewohnten Vergleichsmaßstabs. Durch die vielfache Anwendung können Kostensätze für Wirkungsbeiträge der Literatur entnommen werden. Die Festlegung der Zielgewichte muss daher nicht aufwändig neu ermittelt werden.<sup>51</sup> Da die Kostensätze unabhängig von der konkreten Entscheidungssituation ermittelt werden, können Fortschreibungen für einzelne Wirkungsbereiche ohne vollständige Neuaufstellung des Gewichtungssystems durchgeführt werden. Die Festlegung der Zielgewichte über einen Monetarisierungsansatz steht daher weitgehend im Einklang mit den Anforderungen an Konsistenz, Nachvollziehbarkeit und Flexibilität des Gewichtungssystems.

Die Monetarisierung von Wirkungsbeiträgen stellt **hohe Anforderungen an die Datengrundlagen**. Zur Verbesserung der Effizienz soll auf Ergebnisse von vorliegenden Wirkungsermittlungen zurückgegriffen werden, zudem sind Vereinfachungen bei der Wirkungsermittlung erforderlich. Die hiermit verbundenen Informationsverluste und die Verwendung von qualitativen Informationen verhindern die Monetarisierung der Wirkungsbeiträge im Sinne einer Nutzen-Kosten-Untersuchung. Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung wird in der vorliegenden Arbeit daher ein nutzwertanalytischer Ansatz verfolgt.

Die **Festlegung der Zielgewichte bei einem Nutzwertansatz ist komplex und aufwändig**. Hierfür bestehen verschiedene Methoden, wie die „Trade-Off-Raten-Methode“, die „Swing-Methode“ und/sowie der „Analytic Hierarchy Process“ (AHP). Die Festlegung der Ziele kann zur Verbesserung der Ergebnisse z.B. im Rahmen einer Delphi-Befragung stattfinden. An dieser Stelle wird auf die Anforderungen an die Methoden zur Zielgewichtung nicht vertieft eingegangen.<sup>52</sup>

Schwierig bei diesen Methoden ist, dass sie auf der Grundlage einer vorliegenden Entscheidungssituation getroffen werden und diese Festlegungen interpersonell im Detail schwer nachvollziehbar sind. Damit sind diese Methoden **nur schwer mit den gestellten Anforderungen an Stabilität, Nachvollziehbarkeit und Flexibilität in Einklang zu bringen**. Untersuchungen zeigen z.B., dass in der Praxis eine Aktualisierung eines Teilaspekts des Gewichtungssystems, welches auf der

---

<sup>51</sup> Vgl. z.B. die folgenden Quellen für vergleichbare Kostensätze für mehrere Wirkungsbereiche (ITP ET AL. 2014), (FGSV 1997A; CED ET AL. 2011), (BICKEL ET AL. 2006).

<sup>52</sup> Vgl. hierzu z.B. (ADAM 1997), (BACKHAUS ET AL. 2008), (DCLG 2009).

Grundlage einer Delphi-Befragung zustande gekommen ist, ohne Neuentwicklung des gesamten Gewichtungssystems auf große Schwierigkeiten stößt (KULKARNI ET AL. 2004).

Einen Versuch, die Anforderungen an das Gewichtungssystem bei einem nutzwertanalytischen Ansatz einzuhalten, zeigt das nachfolgende Beispiel.

**Beispiel:**

*In die Dringlichkeitsbewertung dieses Praxisbeispiels gehen Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen für Fahrbahnbefestigungen und Brückenbauwerke in einem frühen Planungsstand ein. Das Verfahren für die Dringlichkeitsbewertung basiert auf einem nutzwertanalytischen Ansatz.*

*„Die unterschiedlichen Maßnahmenarten hatten z.T. stark unterschiedliche Wirkungen. Deshalb hatte die Herstellung der **Vergleichbarkeit** der Wirkungsbeiträge insbesondere eine hohe Bedeutung für eine integrierte Bewertung und Prioritätenreihung aller Maßnahmen.*

*Hierzu werden **Ansätze der Monetarisierung** aufgegriffen. Über die Skalierung der Noten, die Gewichtung der Noten innerhalb der Oberziele zu einer Gesamtnote und die Gewichtung der Oberziele untereinander auf der Grundlage von Kostensätzen wird angestrebt, die Wertigkeit der unterschiedlichen Wirkungsbeiträge gerecht zu werden.*

*Zur Orientierung dienen Kostensätze, die z.B. in allgemein anerkannten Verfahren der Verkehrsplanung verwendet werden. Diese monetäre Betrachtung ist ausdrücklich ein **Hilfsmittel**, ein Nutzen-Kosten-Vergleich ist auf dieser Basis nicht möglich. Auf eine ausführliche Diskussion der unterschiedlichen Kostensätze, die in der Praxis eingesetzt werden, muss an dieser Stelle verzichtet werden. Angestrebt wird, aktuelle Kostensätze aus anerkannten Quellen zu verwenden.*

*Zur Festlegung der Gewichtung werden für die einzelnen Kriterien realistische Obergrenzen der Maßnahmenwirkung ermittelt, z.B. in Bezug zur Lärmreduzierung oder eine Reduzierung von Unfallraten. Diese **Wirkungsobergrenze** wird für die Bewertung mit der Note 5,0 gleichgesetzt. Die Wirkungsobergrenzen werden dann über die allgemein gültigen Kostensätze monetarisiert.*

*Die so ermittelten maximal erreichbaren Kostenänderungen pro Kriterium können anschließend für alle Kriterien eines Oberziels addiert werden. Die **Gewichtung** der Kriterien ergibt sich aus dem Anteil der maximal erreichbaren Kostenänderungen des Kriteriums an die summierten Kostenänderungen für das Oberziel. Sinngemäß lassen sich die Gewichtungen der Oberzeile ableiten.“ (DIELEMAN ET AL. 2010, S. 33)*

Die wesentlichen Arbeitsschritte bei dieser Methode zur Festlegung von Zielgewichten sind:

1. Festlegung von **dimensionslosen Skalen** für jedes Zielkriterium
2. Transformation der (ggf. dimensionsbehafteten) Wirkungswerte in **dimensionslose Zielerreichungsgrade**
3. **Vorläufige Festlegung der Gewichtung** der einzelnen Zielkriterien in Anlehnung an Monetarisierungsansätze
4. Abstimmung und **abschließende Festlegung der Zielgewichtung** durch den Entscheidungsträger

**Zu 1.: Festlegung von dimensionslosen Skalen für jedes Zielkriterium:**

Die Zielerreichungsgrade werden für jedes Zielkriterium über eine dimensionslose Notenskala  $[N_{min} - N_{max}]$  mit  $N_{min}$  bei minimalem Zielerreichungsgrad (0%) und  $N_{max}$  bei maximalem Zielerreichungsgrad (100%) festgelegt. Für die numerische Festlegung der Notenskalen wird in der Regel  $N_{min}$  mit der Ordnungszahl 0 und  $N_{max}$  als positive Ordnungszahl in Anlehnung an übliche Notensysteme (Schulnoten, Notensystem 0-10 oder 0-100) festgelegt.

Zur Einhaltung der Anforderungen an Stabilität und Flexibilität sollte eine globale Skalierung vorgenommen werden, wobei die beiden Extremwerte auf der Grundlage der (langfristig) erwarteten äußersten Wirkungsextreme (und nicht auf der Grundlage der Extremwerte der vorliegenden Entscheidungssituation) festgelegt werden. Die Extremwerte müssen bei einer Entscheidungssituation also nicht zwingend erreicht werden.

**Zu 2.: Transformation der (ggf. dimensionsbehafteten) Wirkungswerte in dimensionslose Zielerreichungsgrade:**

Hierzu ist für jedes Zielkriterium eine **Nutzwertfunktion** festzulegen, welche den dimensionsbehafteten Wirkungswerten einen Nutzwert auf der festgelegten Skala zuordnet.<sup>53</sup> Neben linearen Funktionen werden in der Regel auch komplexere Funktionen für die korrekte Abbildung der Präferenzen des Entscheidungsträgers erforderlich sein.

$$f_{zk}(imp_{zk}) = u_{zk}, \quad u_{zk} \in [N_{min} - N_{max}] \quad (16)$$

mit:

$f_{zk}(imp)$	Nutzwertfunktion für das Zielkriterium $zk$
$imp_{zk}$	Wirkungswert für das Zielkriterium $zk$
$u_{zk}$	Nutzwert für das Zielkriterium $zk$
$N_{min}$	Nutzwert bei minimalem Zielerreichungsgrad
$N_{max}$	Nutzwert bei maximalem Zielerreichungsgrad

**Zu 3.: Vorläufige Festlegung der Gewichtung der einzelnen Zielkriterien in Anlehnung an Monetarisierungsansätze:**

Der Zielerreichungsgrad  $N_{max}$  wird mit einer monetären Größe gleichgesetzt. Diese Größe wird auf der Grundlage von **anerkannten Kostensätzen** für diesen Wirkungswert abgeleitet. Hierzu ist ggf. der entsprechende Wirkungswert mit einem (dimensionsbehafteten) Wirkungswert-Äquivalent gleichzusetzen, für das ein (anerkannter) Kostensatz besteht.

$$N_{max,zk} \Rightarrow imp_{max,zk} \Rightarrow MW_{zk} \quad (17)$$

mit:

$MW_{zk}$	Monetäre Bewertung des Wirkungswerts $imp_{max,zk}$
$imp_{max,zk}$	Wirkungswert bei vollständiger Zielerreichung für Zielkriterium $zk$
$N_{max,zk}$	Nutzwert bei vollständiger Zielerreichung für Zielkriterium $zk$

<sup>53</sup> Die im Abschnitt 6.6.3 behandelte Einordnung der relativen Wirkungsstärken bei der Verwendung von mehreren Wirkungsermittlungen erfolgt in Arbeitsschritt 2. Ggf. sind also mehrere Nutzenfunktionen für ein Zielkriterium zu definieren. Die Festlegung der Nutzenfunktionen kann durch die Umrechnung in monetäre Größen (Arbeitsschritt 3) unterstützt werden.

Es wird vorausgesetzt, dass der monetäre Wert von  $N_{min}$  gleich 0 ist und dass der monetäre Wert von Nutzwerten zwischen  $N_{min}$  und  $N_{max}$  durch eine lineare Funktion abgebildet wird.

Jedem Zielkriterium kann im Idealfall auf diese Weise ein monetärer Wert zugeordnet werden. Diese Werte sind ein Maß für die **Bedeutung der Zielkriterien untereinander**.

Der Anteil der einzelnen monetären Größen an der Summe der monetären Größen wird als **vorläufiger Zielgewichtungsfaktor** übernommen. Die Summe der einzelnen Zielgewichte ergibt 1.

$$w_{zk} = \frac{MW_{zk}}{\sum_1^{n_{zk}} MW_{zk}} \quad (18)$$

$$\sum_{zk=1}^{n_{zk}} w_{zk} = 1 \quad (19)$$

mit:

$w_{zk}$	Gewichtungsfaktor für das Zielkriterium $zk$
$MW_{zk}$	Monetäre Bewertung des Wirkungswerts $imp_{max,zk}$
$n_{zk}$	Anzahl Zielkriterien

#### **Zu 4.: Abstimmung und abschließende Festlegung der Zielgewichtung durch den Entscheidungsträger**

Die vorläufige Zielgewichtung wird mit der Entscheidungsebene und evtl. weiteren Beteiligten abgestimmt.

Hilfreich für die Abstimmung kann die Auswertung eines vorläufigen Bewertungsergebnisses unter Berücksichtigung der vorläufigen Zielgewichtung sein. Ferner sollten für eine bessere Nachvollziehbarkeit die einzelnen Zielgewichte zusätzlich **thematisch zusammengefasst** werden (z.B. Verkehrssicherheit, Verkehrsabwicklungsqualität, Umfeldauswirkungen, Wirtschaftlichkeit), damit die relative Bedeutung von übergeordneten Wirkungsbereichen besser erkannt werden kann.

Zielkriterien, die unter Arbeitsschritt 3 keiner monetären Größe gleichgestellt werden konnten, müssen im Rahmen des Arbeitsschritts 4 von der **Entscheidungsebene eingeordnet** werden. Wenn eine Zielgewichtung im Verlauf dieses Arbeitsschritts angepasst oder ergänzt wird, ergeben sich die übrigen Zielgewichte einfach durch Anteilsbildung auf der Grundlage der veränderten Summe der (monetären) Größen nach Formel ( 18 ).

Am Ende des (iterativen) Prozesses werden die **Zielgewichte abschließend festgelegt**. Eine Dokumentation der mit den Zielgewichten korrespondierenden monetären Größen erleichtert die Überprüfung der Aktualität und eine evtl. Fortschreibung des Gewichtungssystems bei künftigen Entscheidungsprozessen.

In **Anlage 3** sind die Arbeitsschritte anhand des oben dargestellten Fallbeispiels für eine Festlegung der Zielgewichte im übergeordneten Wirkungsbereich Verkehrsqualität dargestellt.

## Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

### Abschnitt 8.2: Festlegung der Zielgewichtung

- ⇒ Die Festlegung des Gewichtungssystems über einen **Monetarisierungsansatz** steht weitgehend im Einklang mit den Anforderungen an Konsistenz, Nachvollziehbarkeit und Flexibilität.
- ⇒ Die Monetarisierung der Wirkungsbeiträge im Sinne einer **Kosten-Nutzen-Untersuchung** ist bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung aber **nicht zielführend**.
- ⇒ Eine Festlegung des Gewichtungssystems, bei der **Monetarisierungsansätze** herangezogen werden, der grundlegende **nutzwertanalytische Ansatz** aber **beibehalten** wird, stellt eine zielführende Alternative zur herkömmlichen Methoden der Festlegung des Gewichtungssystems im vorliegenden Kontext der Entscheidungsfindung dar.

## 8.3 Festlegung des Betrachtungszeitraums

### 8.3.1 Vorbemerkungen

Eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung muss **Maßnahmen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer, vielfältige Wirkungsarten und breiten Wirkungsspektren sowie statische und dynamische Wirkungsverläufe vergleichend bewerten**. Außerdem wird der Entscheidungsprozess periodisch durchgeführt. Die Sicherstellung der Vergleichbarkeit von Wirkungsbeiträgen und die Berücksichtigung der begrenzten Gültigkeitsdauer der Ergebnisse des Entscheidungsverfahrens stellen besondere Herausforderungen bei der Festlegung des Betrachtungszeitraums einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung dar. Die Festlegung des Betrachtungszeitraums wurde entsprechend im **Abschnitt 5.5** als typischer Aufgabenkomplex identifiziert.

In diesen Zusammenhang stellt sich insbesondere die Frage nach den **Zeitraum, über den verlässlichen Aussagen zur Wirkung und damit zum Nutzen einer geplanten Maßnahme getätigt werden können**. Hierzu werden nachfolgend auf abstrahierter Ebene Hinweise abgeleitet, die bei der Festlegung des Betrachtungszeitraums zu beachten sind. Diese bauen auf den im **Abschnitt 3.3.5** dargestellten Grundlagen zur Festlegung des Betrachtungszeitraums auf.

Nach dem Fundamentalziel gilt, dass die **Zulässigkeit der zeitlichen Verschiebung von Maßnahmen** nur dann gegeben ist, wenn hierdurch der langfristig erreichbare Gesamtnutzen zumindest nicht abnimmt (Erreichen eines möglichst hohen Gesamtnutzens). Hierbei sind alle Effekte einschl. Kostenzunahmen, die durch eine zeitliche Verschiebung von Maßnahme entstehen, zu berücksichtigen. Der Nutzen einer Maßnahme wird über die Bewertung des Zustands mit und ohne Maßnahme abgeleitet (vgl. **Abschnitt 6**). Zeitlich verschobene Maßnahmen (negative Entscheidung) führen daher grundsätzlich zu einer Änderung des Nutzenbeitrags über den Zeitraum der zeitlichen Verschiebung der Maßnahmenrealisierung.

Die Ermittlung des Gesamtnutzens aller Maßnahmen über einen Betrachtungszeitraum, welcher mehr als eine Entscheidungsperiode umfasst, erfordert Kenntnisse über alle künftigen Handlungsalternativen und damit über die verfügbaren Budgets für alle relevanten Entscheidungsperioden. Diese werden in der Praxis für künftige Entscheidungsperioden nicht (abschließend) bekannt sein.

Die Bestimmung, ob die zeitliche Verschiebung einer Maßnahme zu einer Optimierung des langfristigen Gesamtnutzens führt, kann daher in der Praxis nur durch eine **Vereinfachung des Entscheidungsproblems** erfolgen.

Als Grundlage der Erarbeitung von Hinweisen werden die einzelnen **Wirkungsphasen von Maßnahmen (Abschnitt 8.3.2)** und der **zeitliche Verlauf des Nutzwerts** einer Maßnahme (**Abschnitt 8.3.3**) auf abstrahierter Ebene dargestellt. Die Zusammenhänge zwischen der Reichweite des Betrachtungszeitraums und dem Ausmaß an Unsicherheit bei der **Nutzwertermittlung** einer Maßnahme werden in **Abschnitt 8.3.4** abgeleitet. In **Abschnitt 8.3.4** wird auf die Zusammenhänge zwischen der Reichweite des Betrachtungszeitraums und dem Ausmaß von Unsicherheit bei der **vergleichenden Bewertung der Nutzwerte** von mehreren Maßnahmen eingegangen. Der Abschnitt wird mit einer Diskussion der Erkenntnisse sowie der hieraus abgeleiteten Operationalisierung der Nutzwertermittlung abgeschlossen (**Abschnitt 8.3.5**).

### 8.3.2 Wirkungsphasen

Für die Bewertung der Wirkungen von Straßenbaumaßnahmen werden die folgenden aufeinanderfolgenden Wirkungsphasen unterschieden (vgl. auch **Abschnitt 3.3.5**):

- Planungsphase
- Realisierungsphase
- Nutzungsphase
- Rückbau- und Entsorgungsphase

Die Wirkungsermittlung und -bewertung betrifft in erster Linie die Nutzungsphase einer Straßenbaumaßnahme. Insbesondere während Realisierung und Rückbau einer Straßenbaumaßnahme können erhebliche (negative) Auswirkungen für die Nutzer und das Umfeld entstehen. Für die Festlegung des Betrachtungszeitraums ist die Frage nach der Notwendigkeit und der Möglichkeit einer Berücksichtigung der übrigen Phasen zu beantworten.

Für die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen wird aus folgenden Gründen empfohlen, die **Wirkungsermittlung und -bewertung auf die Nutzungsphase zu beschränken**:

- **Wirkungen außerhalb der Nutzungsphase** können zwar erheblich sein, fallen aber im Vergleich zur Nutzungsdauer einer Maßnahme in der Regel über eine relativ kurze Zeitperiode an. Für die Bewertung der Gesamtwirkungen einer Straßenbaumaßnahme haben diese daher eine **relativ geringe Bedeutung**.
- Die Wirkungen außerhalb der Nutzungsphase werden zu einem wesentlichen Anteil von der Baumethode, vom Bauablauf sowie von eventuellen Kompensationsmaßnahmen bestimmt. Diese werden erst bei der Vertiefung der Planung während der späteren Leistungsphasen der Planung soweit konkretisiert, dass eine verlässliche Wirkungsermittlung möglich ist. Für die Dringlichkeitsbewertung werden **Aussagen zur Wirkungen während der Realisierungsphase daher mit erheblichen Unsicherheiten behaftet sein**.
- Ein weiterer wichtiger Aspekt, welcher gegen die Berücksichtigung von Wirkungen außerhalb der Nutzungsphase spricht, ist, dass diese Wirkungen oft auch von Realisierungs- oder Rückbauzeitpunkten weiterer Maßnahmen abhängen (Wirkungsinterdependenzen). Die Beurteilung, welche Wirkungsinterdependenzen in diesen Zusammenhang auftreten können, und auch ob diese durch eine entsprechende Koordinierung von Baumaßnahmen verändern werden können, würde die **Komplexität des Verfahrens stark erhöhen**.

- Die **Wirkungen während der Rückbau- und Entsorgungsphase** lassen sich bei den teilweise langen Nutzungsdauern von Straßenverkehrsanlagen nur **sehr bedingt prognostizieren**. Die Wirkungsermittlung wird daher mit hoher Unsicherheit verbunden sein.

Auf die Ermittlung und Bewertung von Wirkungen während Wirkungsphasen außerhalb der Nutzungsphase sollte daher verzichtet werden.<sup>54</sup> Die Minimierung von negativen Auswirkungen von Straßenbaumaßnahmen während der Realisierungsphase, z.B. durch Koordinierung der zeitlichen Realisierungsabfolge von Maßnahmen, kann (und soll) in einem gesonderten Verfahren nach Abschluss der Dringlichkeitsbewertung erfolgen.

### 8.3.3 Nutzwertentwicklung im Zeitverlauf

Als Grundlage für die nachfolgenden Betrachtungen werden abstrahierte zeitliche Verläufe von Nutzwerten abgeleitet.

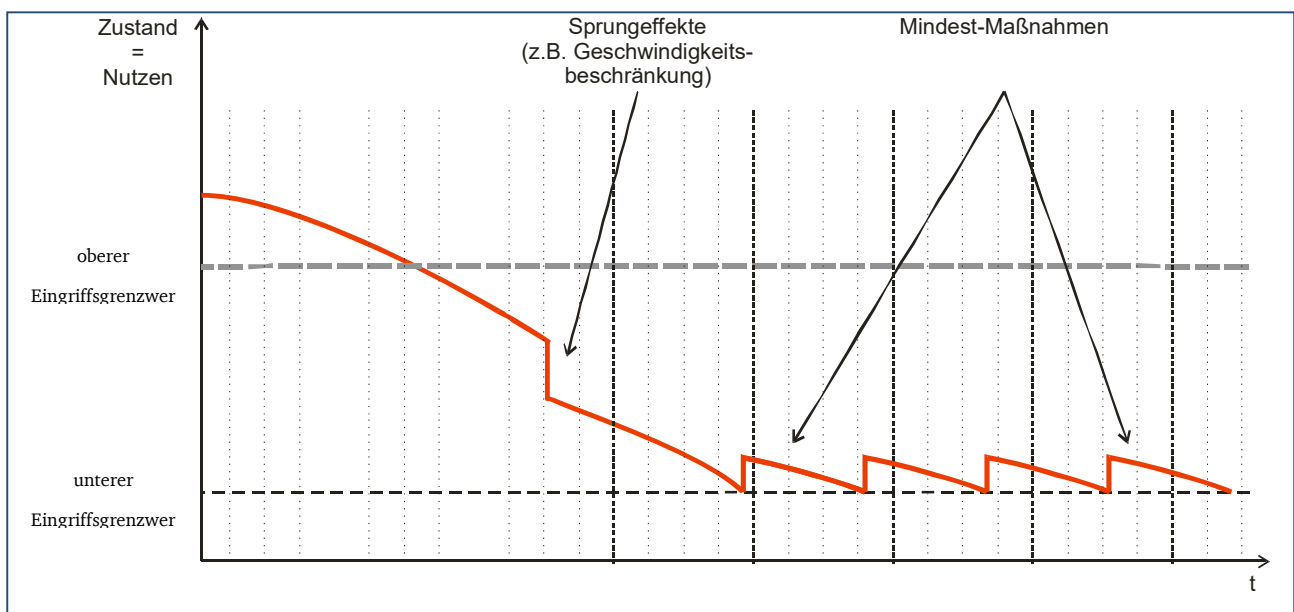


Abbildung 30: Typisierter zeitlicher Verlauf der Nutzenentwicklung für Wirkungsfelder, die im Zeitverlauf veränderlich sind

Für **Wirkungsfelder, die maßgeblich vom Zustand der Straßenverkehrsanlage** beeinflusst werden, ergibt sich das in **Abbildung 30** dargestellte Bild für die Nutzwertentwicklung bei einer negativen Entscheidung bezüglich der betroffenen Maßnahme. Der Nutzen nimmt durch die kontinuierliche Verschlechterung des Zustands der Anlage beim Ausbleiben einer Maßnahme fortdauernd ab. Sprungeffekte können z.B. bei durch den Zustand hervorgerufenen Anordnungen wie Geschwindigkeits- oder Nutzungseinschränkungen für den Schwerverkehr auftreten. Zur Vermeidung einer Unterschreitung des unteren Eingriffsgrenzwerts sind Mindestmaßnahmen erforderlich, die im weiteren Zeitverlauf wiederholt werden müssen.

Der dargestellte Verlauf ist als typisch für **Erhaltungsmaßnahmen** oder Wirkungskomponenten mit einer erhaltenden Wirkung anzusehen.

<sup>54</sup> Zusatzkosten oder Kostenminderungen, die durch Abweichung von üblichen Kompensationsmaßnahmen zur Minderung von unerwünschten Wirkungen im Vor- oder Nachlauf der Nutzungsphase entstehen, sind für eine sachgerechte Maßnahmenbewertung ebenfalls nicht zu berücksichtigen. Budgetwirksame Kostenveränderungen erfordern eine gesonderte Berücksichtigung (vgl. hierzu Abschnitt 8.4.4).



Für Modernisierungs-, Erweiterungs- und Neubaumaßnahmen ist die zeitliche Entwicklung des Nutzwerts ohne Realisierung einer Maßnahme in der Regel weniger variabel. Der Auslöser für die Entwicklung einer Maßnahme ist oft eine vorhandene oder absehbare Veränderung der Randbedingungen (z.B. neue Standards, die Entwicklung eines neuen Siedlungsgebiets usw.). In der Regel ist der Nutzen **im Zeitverlauf nicht oder nur wenig veränderlich**. **Abbildung 31** zeigt eine entsprechende abstrahierte Nutzenentwicklung bei einer negativen Entscheidung.

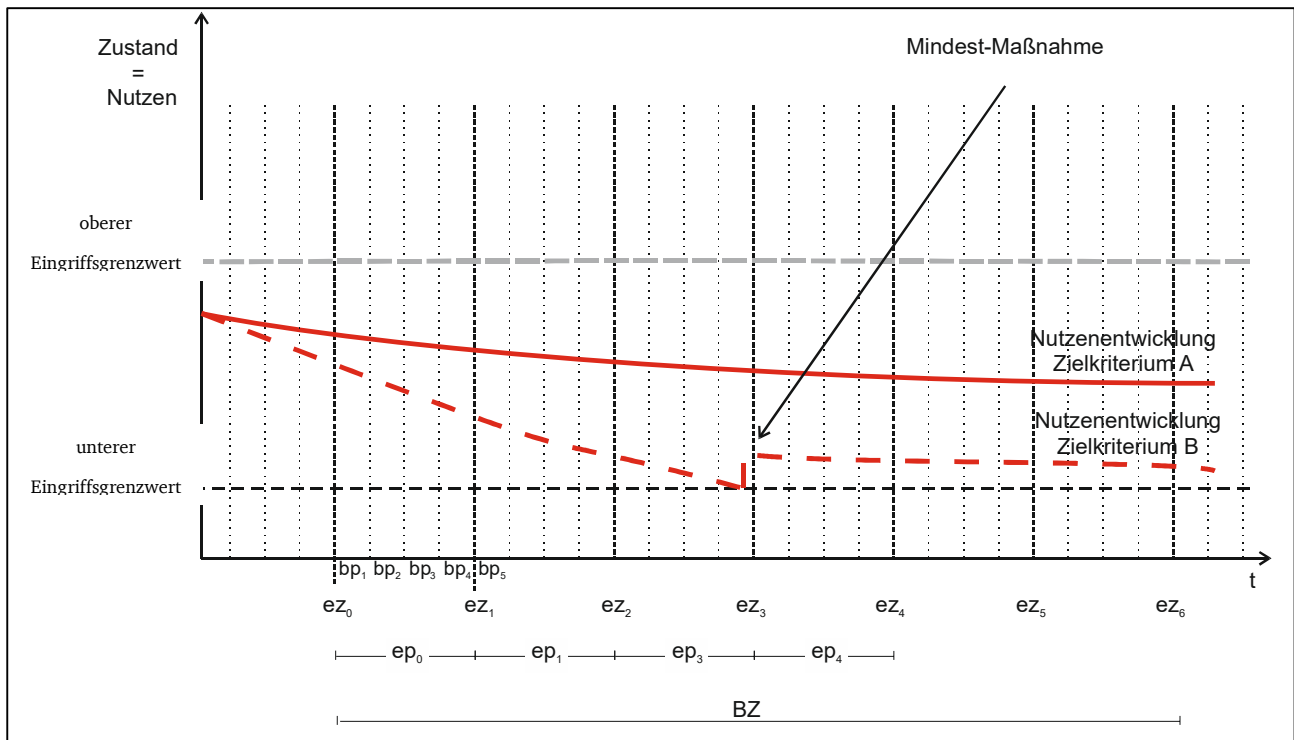


Abbildung 31: Typisierter zeitlicher Verlauf der Nutzenentwicklung für Wirkungsfelder, die im Zeitverlauf nicht oder nur wenig veränderlich sind

In der Praxis wird der Nutzwert einer Straßenbaumaßnahme in der Regel aus einer **Überlagerung von beiden Arten von Wirkungsfeldern** bestimmt. Die abstrahierte Darstellung von Extremen vereinfacht aber die nachfolgende grundsätzliche Auseinandersetzung mit den Zusammenhängen zwischen Betrachtungszeitraum und Nutzwertermittlung bzw. -bewertung.

### 8.3.4 Zusammenhang zwischen Betrachtungszeitraum und Bestimmtheit der Nutzwertermittlung

Der für die Entscheidung maßgebliche Nutzwert ergibt sich aus der **Differenz zwischen positiver und negativer Realisierungsentscheidung für eine Maßnahme** (vgl. Abschnitt 6.5, Formel ( 13 )). Die für die Ermittlung dieses Nutzwerts relevanten Rahmenbedingungen werden in diesem Abschnitt am Beispiel einer Erhaltungsmaßnahme abgeleitet.

Wenn der Nutzen eines Anlagenteils vereinfachend mit seinem Zustand gleichgesetzt wird, ergibt sich die in **Abbildung 32** dargestellte typisierte Nutzenwicklung (rote Nutzenkurve)<sup>55</sup>. Der Nutzen nimmt im Zeitverlauf ab. Sobald der obere Eingriffsgrenzwert unterschritten wird, sind Maßnahmen gerechtfertigt. Ohne Realisierung einer Maßnahme würde durch die fortdauernde Verschlechterung

<sup>55</sup> Unsicherheiten aufgrund von unsicheren Datengrundlagen oder Wirkungsermittlungsmethoden werden vernachlässigt.

des Zustands der untere Eingriffsgrenzwert zu einem späteren Zeitpunkt mit Sicherheit unterschritten werden. Spätestens zu diesem Zeitpunkt ist eine Mindestmaßnahme erforderlich. Die Fläche unterhalb der roten Nutzenkurve ist der Nutzwert, der bei **wiederholten negativen Entscheidungen** erreicht wird, also nach den festgelegten Mindestanforderungen nicht unterschritten werden kann. Dieser Nutzwert sei  $u_{neg\_min}$ .

Für Erhaltungsmaßnahmen kann über einen längerfristigen Betrachtungszeitraum der optimale Realisierungszeitpunkt unter Berücksichtigung von Erhaltungsstrategien (z.B. höchstmöglicher Nutzen bei Einhaltung von Budgetvorgaben) ermittelt werden (vgl. hierzu die Abschnitte 2.4.2, 4.2.3 und 4.2.4). Die **optimale Erhaltungsstrategie** für ein fiktives Anlagenteil ist in **Abbildung 32** als grün gestrichelte Nutzenkurve dargestellt und beinhaltet in diesem Beispiel die periodische Wiederholung von Erhaltungsmaßnahmen.

Der **Nutzengewinn der optimierten Erhaltungsstrategie gegenüber der Situation ohne Maßnahme** ergibt sich in diesem vereinfachten Fall aus der Fläche zwischen der roten und grünen Linie über den Betrachtungszeitraum BZ. Dieser Nutzwert sei  $u_{pos\_opt}$ , die Nutzenänderung gegenüber  $u_{neg\_min}$  sei  $\Delta u_{pos\_opt}$ . Diese Nutzwertveränderung wird bei der Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung oft verwendet, wenn ein fixierter Betrachtungszeitraum verwendet wird. Wenn der Betrachtungszeitraum mehrere Entscheidungsperioden umfasst, können  $u_{neg\_min}$  und  $u_{pos\_opt}$  aber **nur unter Vorwegnahme der Ergebnisse von künftigen Entscheidungsprozessen** ermittelt werden.

Bei einer **positiven Entscheidung** kann nur der Nutzen bestimmt werden, der bis zum frühestmöglichen Realisierungszeitpunkt einer Folgemaßnahme für den betroffenen Anlagenteil unabhängig von künftigen Entscheidungen entsteht. Der Zeitpunkt der frühestmöglichen Folgemaßnahme wird dabei durch den Zeitpunkt der erstmaligen Unterschreitung des oberen Eingriffsgrenzwertes festgelegt. Der **geringste Nutzwert, der bei einer positiven Entscheidung erreicht werden kann**, sei  $u_{pos\_min}$ . Dieser Wert entspricht dem Nutzwert, der ohne weitere Folgemaßnahmen bis zum Ende der Nutzungsdauer der Maßnahme erzeugt wird.<sup>56</sup>

Die Differenz zwischen  $u_{pos\_min}$  und  $u_{neg\_min}$  ergibt den **minimalen Nutzwert über die Nutzungsdauer der Maßnahme**  $\Delta u_{leb\_min}$ , der bei einer einmaligen positiven Entscheidung mindestens erreicht werden kann. Bei der hier betrachteten periodischen Entscheidungsfindung gibt er die Nutzenveränderung zwischen einer positiven Entscheidung und einer mehrmaligen negativen Entscheidung wieder (vorausgesetzt, die Nutzungsdauer der Maßnahme ist länger als der Zeitraum bis zum nächstmöglichen Realisierungszeitpunkt).

Bei einer **negativen Entscheidung** zum aktuellen Entscheidungspunkt  $ez_0$  ist nur sicher, dass diese Maßnahme frühestens zum nächstmöglichen Realisierungszeitpunkt, gemessen ab dem nächsten Entscheidungszeitpunkt  $ez_1$ , realisiert werden könnte (blaue Nutzenkurve). Ab diesem Zeitpunkt kann die tatsächlich erreichte Nutzenveränderung entsprechend der künftig getroffenen Entscheidungen variieren. Wird ab  $ez_1$  eine optimale Erhaltungsstrategie umgesetzt, ergibt sich der maximalen Nutzen, der sich bei einer negativen Entscheidung zum Zeitpunkt  $ez_0$  noch erreichen lässt ( $u_{neg\_max}$ ).

<sup>56</sup> Wenn hierbei die untere Eingriffsgrenze unterschritten wird, sind maßnahmenbedingte Veränderungen bei den Aufwänden für die anschließend erforderlichen Mindestmaßnahmen bei der Nutzenbewertung zu berücksichtigen.

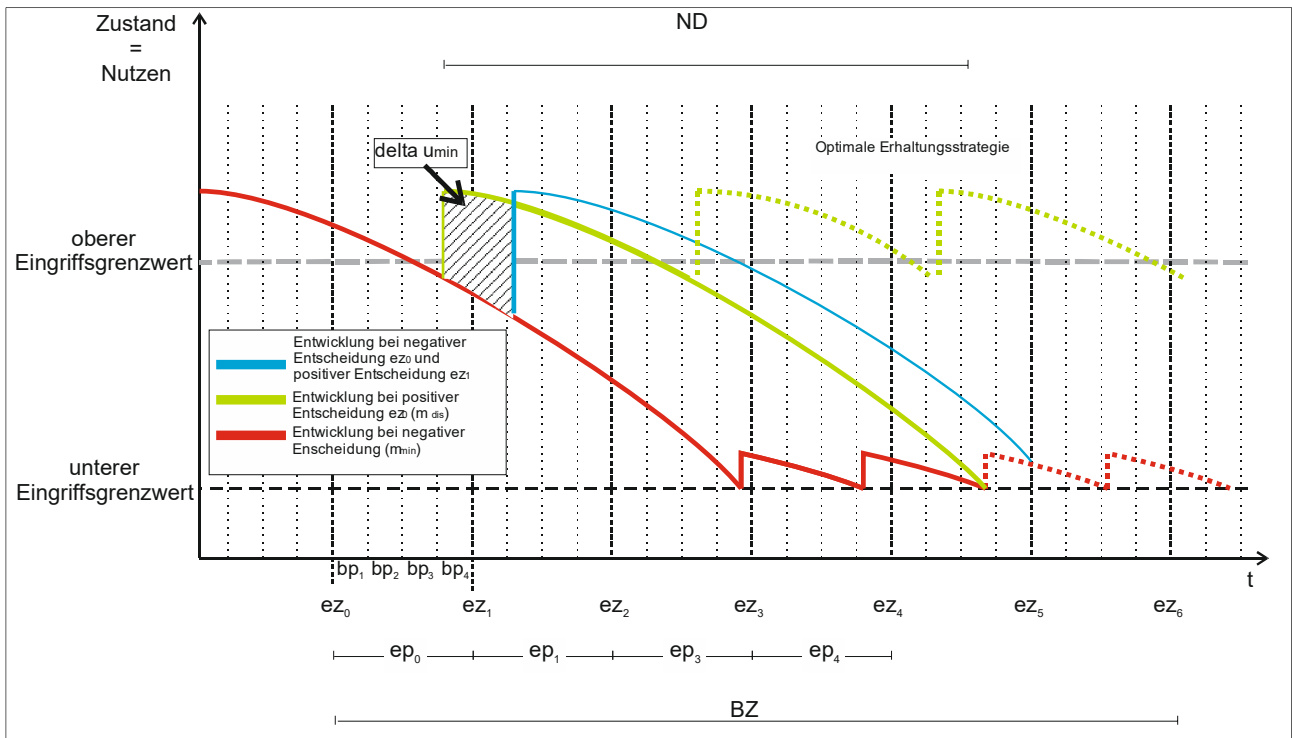


Abbildung 32: Vereinfachte Darstellung der Nutzenentwicklung von periodischen Maßnahmen

Die **Nutzenänderung**, die im Vergleich zwischen positiver und negativer Entscheidung **mit Sicherheit eintritt**, ist in diesem vereinfachten Fall die Umhüllende der Nutzenkurven „ohne Maßnahme“, „mit Realisierung ohne zeitliche Verschiebung“ und „mit Maßnahme mit (minimaler) zeitlicher Verschiebung“ (schraffierte Fläche zwischen grüner, roter und blauer Nutzenkurve). Diese mindestens eintretende Nutzenänderung sei  $\Delta u_{min}$ . Die tatsächliche mittel- bis langfristige Nutzenänderung kann in Abhängigkeit von künftigen Entscheidungen aber auch maßgeblich über  $\Delta u_{min}$  liegen.<sup>57</sup>

Die auf Grundlage des Beispiels einer periodischen Erhaltungsmaßnahme abgeleiteten Aussagen lassen sich auf andere Maßnahmenarten übertragen. Allerdings ist bei diesen Maßnahmen der zeitliche Verlauf des Nutzens nicht oder wenig variabel. Die Unsicherheit hinsichtlich der Nutzenänderung in Abhängigkeit von künftigen Entscheidungen ist hierdurch weniger stark ausgeprägt.

### 8.3.5 Zusammenhang zwischen Betrachtungszeitraum und Bestimmtheit der vergleichenden Nutzwertbewertung

Gezeigt wurde, dass – sollte auf die Entscheidungsfindung von künftigen Entscheidungsprozessen nicht vorgegriffen werden – bei einer periodischen Wiederholung des Entscheidungsprozesses nur der Nutzenwert  $\Delta u_{min}$  mit hoher Bestimmtheit ermittelt werden kann. Im Folgenden werden die Konsequenzen hieraus für eine vergleichende Nutzenbewertung von mehreren Maßnahmen abgeleitet.

<sup>57</sup> Wird die Lebensdauer der Infrastruktur, für die die Erhaltungsmaßnahme durchgeführt wird, berücksichtigt, kann mittel- bis langfristig  $\Delta N_{min}$  auch unterschritten werden, z.B. wenn durch eine spätere Realisierung die Anzahl der erforderlichen Wiederholungen für das Erreichen einer Erhaltungsmaßnahme reduziert werden kann. Da vorausgesetzt wird, dass für die Maßnahmen des Maßnahmenkollektivs stets die relative Vorteilhaftigkeit als gegeben vorausgesetzt wird, ist dieser Fall hier nicht relevant.

In **Abbildung 33** sind die Nutzenkurven für verschiedene Maßnahmen dargestellt. Die Maßnahmen  $m_1$  (blaue Nutzenkurve),  $m_2$  (rote Nutzenkurve) und  $m_3$  (grüne Nutzenkurve) stehen zum aktuellen Entscheidungszeitpunkt  $ez_0$  zur Auswahl an. Das Budget  $B_0$  reicht allerdings für die Umsetzung nur einer dieser Maßnahmen. Zum nächsten Entscheidungszeitpunkt  $ez_1$  könnte eine zum Zeitpunkt  $ez_0$  noch unbekannte Maßnahme  $m_4$  (gestrichelte Nutzenkurve) hinzukommen. Das Budget  $B_1$  reicht wiederum für die Realisierung von nur einer Maßnahme. Gleiches gilt für alle weiteren künftigen Entscheidungsperioden.

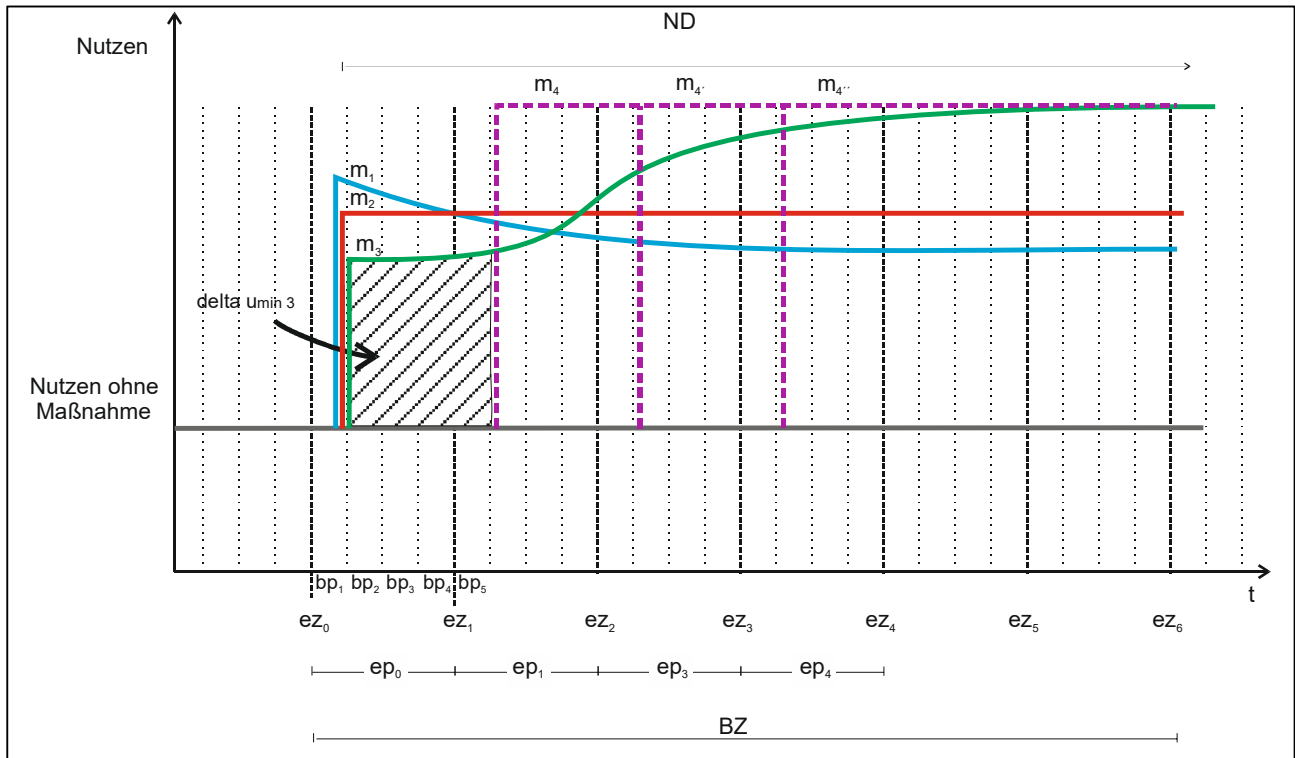


Abbildung 33: Vereinfachte Darstellung der Nutzenentwicklung für verschiedene Maßnahmen

Das Nutzenniveau für die Situation ohne Maßnahme wird vereinfachend für alle Maßnahmen gleich angenommen. Der nächstmögliche Realisierungszeitpunkt einer Maßnahme ab einem Entscheidungszeitpunkt und die Nutzungsdauer einer Maßnahme wird für alle Maßnahmen ebenfalls gleich angesetzt.<sup>58</sup> Für die nachfolgenden Überlegungen werden die folgenden zwei Fälle unterschieden:

1. Der zeitliche Verlauf der Nutzenkurve ist **unabhängig** vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme.
2. Der zeitliche Verlauf der Nutzenkurve ist **abhängig** vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme.

### Zu 1.: Vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme unabhängige Nutzwertentwicklung

Für die nachfolgenden Überlegungen wird davon ausgegangen, dass der zeitliche Verlauf der Nutzenkurve unabhängig vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme ist. Der Nutzen zu einem Zeitpunkt hängt in diesem Fall nicht vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme ab.

<sup>58</sup> Wirkungsinterdependenzen und Unsicherheiten aufgrund von unsicheren Datengrundlagen oder Wirkungsermittlungsmethoden werden vernachlässigt.

**Beispiel:**

*Die Lärmemission einer neuen Straße wird u.a. von der Verkehrsbelastung und den Fahrzeugeigenschaften bestimmt. Wenn fahrzeugtechnische Entwicklungen in Zukunft zu leiseren Fahrzeugen führen, macht sich dieses Reduzierungspotenzial bei einer späteren Realisierung der Maßnahme ggf. bereits bemerkbar.*

Wird nun ausschließlich  $\Delta u_{min}$  betrachtet, so ist die Maßnahme  $m_1$  eindeutig den Maßnahmen  $m_2$  und  $m_3$  vorzuziehen. Es gilt:  $\Delta u_{min,1} > \Delta u_{min,2} > \Delta u_{min,3}$ . Die Maßnahme  $m_1$  wird in der Folge realisiert.

Zum Entscheidungspunkt  $ez_1$  stehen nun die Maßnahmen  $m_2$  und  $m_3$  zur Auswahl. Sofern keine neuen Maßnahmen hinzukommen, ist  $\Delta u_{min}$  der Maßnahme  $m_2$  größer, es gilt  $\Delta u_{min,2} > \Delta u_{min,3}$ ,  $m_2$  wird folglich realisiert. Wenn zum nächsten Entscheidungspunkt  $ez_2$  erneut keine neuen Maßnahmen hinzukommen, wird die Maßnahme  $m_3$  schließlich in der Entscheidungsperiode  $ep_2$  realisiert. Bei dieser Vorgehensweise wird **eine langfristige Nutzenmaximierung erreicht**.

Eine solche langfristige Nutzenmaximierung ist aber **nur dann gegeben, wenn für die künftigen Entscheidungsperioden keine neuen Maßnahmen hinzukommen**. Anhand eines Beispiels, bei dem zu einem künftigen Entscheidungszeitpunkt weitere Maßnahmen hinzukommen, die eine größere  $\Delta u_{min}$  aufweisen als die zeitlich verschobenen Maßnahmen, soll dies verdeutlicht werden.

Angenommen, die Maßnahme  $m_1$  wird zum Entscheidungspunkt  $ez_0$  realisiert, so stehen zum Entscheidungszeitpunkt  $ez_1$  nun die Maßnahmen  $m_2$ ,  $m_3$  und  $m_4$  zur Auswahl (vgl. **Abbildung 33**).  $\Delta u_{min}$  der Maßnahme  $m_4$  ist nun größer, es gilt  $\Delta u_{min,4} > \Delta u_{min,2} > \Delta u_{min,3}$ . Wenn zum nächsten Entscheidungspunkt  $ez_2$  erneut eine neue Maßnahme  $m_4'$  hinzukommt, ergibt sich eine ähnliche Entscheidungssituation wie zum Entscheidungszeitpunkt  $ez_1$ . Allerdings ist aufgrund der veränderlichen Nutzenkurven nun  $\Delta u_{min,3} > \Delta u_{min,2}$ . Es wird jedoch die Maßnahme  $m_4'$  gewählt, da  $\Delta u_{min,4'} > \Delta u_{min,3} > \Delta u_{min,2}$ . **Für den gesamten Betrachtungszeitraum ergibt sich nun kein Nutzenoptimum**. Wird zum Entscheidungszeitpunkt  $ez_0$  nicht die Maßnahme mit der größten  $\Delta u_{min}$  (Maßnahme  $m_1$ ), sondern die Maßnahme  $m_3$  ausgewählt, ist der Gesamtnutzen über den Betrachtungszeitraum größer.

Alternativ wird das Ergebnis bei Verwendung von  $\Delta u_{leb,min}$  (**minimaler Nutzen über die Nutzungsdauer**) betrachtet. Im dargestellten Beispiel würde zum Entscheidungszeitpunkt  $ep_0$  die Maßnahme  $m_3$  ausgewählt werden ( $\Delta u_{leb,min,1} > \Delta u_{leb,min,2} > \Delta u_{leb,min,3}$ ). Kommen für die nachfolgenden Entscheidungsperioden jeweils die Maßnahmen  $m_4$ ,  $m_4'$  und  $m_4'$  neu hinzu, ist erkennbar, dass über den Betrachtungszeitraum der optimale Nutzen erreicht wird. Kommen diese Maßnahmen allerdings nicht neu hinzu, dann wird bei dieser Vorgehensweise über den Betrachtungszeitraum sogar nur das Nutzenminimum erreicht.

**Zu 2.: Vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme abhängige Nutzwertentwicklung**

Eine andere Situation entsteht bei einer Nutzenentwicklung, die abhängig vom Realisierungszeitpunkt einer Maßnahme ist.

**Beispiel:**

*In den ersten Jahren nach der Inbetriebnahme einer Ortsumgehung müssen die Verkehrsteilnehmer ihre Aktivitätsmuster zuerst an die neue Situation anpassen, bevor der volle Nutzen erreicht wird.*

*In den Jahren nach Inbetriebnahme einer Maßnahme wird der Nutzen durch die fortlaufende Abnutzung gemindert.*

Es stehen wieder die Maßnahmen  $m_1$ ,  $m_2$  und  $m_3$  unter den gleichen Budgetrestriktionen wie im vorhergehenden Beispiel zur Auswahl.

Sofern in Zukunft keine weiteren Maßnahmen hinzukommen, ist der erreichte Nutzen bei einem unbegrenztem Betrachtungszeitraum unabhängig von der Realisierungsfolge der Maßnahmen, also auch unabhängig von der verwendeten Methode zur Ermittlung der Nutzenveränderung. Die Festlegung auf der Grundlage von  $\Delta u_{min}$  stellt aber eine Maximierung der kurzfristigen Nutzenveränderung sicher.

Eine Nutzenmaximierung ist allerdings auch in diesem Fall nur gegeben, wenn für die künftigen Entscheidungsperioden keine neuen Maßnahmen hinzukommen. Kommen für die nachfolgenden Entscheidungsperioden jeweils die Maßnahmen  $m_4$ ,  $m_4'$  und  $m_4''$  neu hinzu, wird nur bei Berücksichtigung von  $\Delta u_{leb,min}$  längerfristig ein optimaler Nutzen erreicht.

### 8.3.6 Diskussion und Operationalisierung

Sicherheit über die **Nutzenveränderung**, die im Vergleich zwischen positiver und negativer Entscheidung für eine Maßnahme eintritt, besteht lediglich für die Größe  $\Delta u_{min}$ . Diese beschreibt die Nutzenveränderung zwischen einer Maßnahmenrealisierung in der aktuellen Entscheidungsperiode  $ez_0$  bzw. in der darauffolgenden Entscheidungsperiode  $ez_1$ .

Die Größe  $\Delta u_{min}$  ist für Nutzenbeiträge, die sich (weitestgehend) unabhängig vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme einstellen und die außerdem im zeitlichen Verlauf relativ stabile Wirkungsstärken aufweisen, eine zielführende Bewertungsgrundlage. Sie führt in diesem Fall sowohl zu einer kurz- als auch einer langfristigen Nutzenoptimierung. Bei starken Veränderungen bei den Wirkungsstärken im Zeitverlauf führt dieser Ansatz über  $\Delta u_{min}$  dann langfristig zu befriedigenden Ergebnissen, wenn ein Großteil der zur Disposition stehenden Maßnahmen mittel- bis langfristig realisiert werden kann. Ob dies der Fall ist, hängt von den verfügbaren Budgets und den Maßnahmenkollektiven bei künftigen Entscheidungssituationen ab und kann daher nicht mit Sicherheit im Voraus bestimmt werden.

**Durch Verwendung der Größe  $\Delta u_{min}$  können Maßnahmen mit unterschiedlichen zeitlichen Wirkungsverläufen und Nutzungsdauern vergleichend bewertet werden**, ohne dass hierzu Annahmen über die Randbedingungen und Ergebnisse von künftigen Entscheidungsprozessen getroffen werden müssen. Außerdem spiegelt diese Größe den wiederholt stattfindenden Entscheidungsprozess wider.

**Die Verwendung der Größe  $\Delta u_{min}$  hat Vorteile für die Effektivität des Verfahrens.** Der für die Ermittlung von  $\Delta u_{min}$  erforderliche Betrachtungszeitraum entspricht in etwa einer Entscheidungsperiode und ist damit relativ kurz. Insbesondere die Ermittlung von Wirkungen, die weitestgehend von äußeren Entwicklungen bestimmt werden, ist für längere Betrachtungszeiträume bei einer Vielzahl von Maßnahmen in einem weiträumigen Untersuchungsgebiet sehr aufwändig. Mit zunehmen-

dem Prognosehorizont sind auch zunehmende Unsicherheiten bei den Datengrundlagen zu berücksichtigen.

Wenn die Nutzenbeiträge im Zeitverlauf variabel und dabei abhängig vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme sind, stellt die Größe  $\Delta u_{leb\_min}$  eine geeignetere Bewertungsgrundlage dar.  $\Delta u_{leb\_min}$  stellt die minimal erreichbare Nutzenveränderung über die Nutzungsdauer einer Maßnahme bei einer positiven Entscheidung dar. Bei dieser Größe treten zwar Unsicherheiten durch die Vorwegnahme von künftigen Entscheidungen auf, durch Verwendung der Größe  $\Delta u_{leb\_min}$  können aber Effekte, die erst ab einem bestimmten Zeitraum nach Realisierung der Maßnahme auftreten, berücksichtigt werden.

Bei starken Veränderungen bei den Wirkungsstärken, die unabhängig vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme sind, führt dieser Ansatz dann langfristig zu befriedigenden Ergebnissen, wenn ein Großteil der zur Disposition stehenden Maßnahmen mittel- bis langfristig nicht realisiert werden kann. Auch dies hängt von den verfügbaren Budgets und den Maßnahmenkollektiven bei künftigen Entscheidungsprozessen ab und ist daher nicht mit Sicherheit bestimmbar.

Nachteil der Verwendung von  $\Delta u_{leb\_min}$  ist, dass je nach Maßnahmenkategorie sehr unterschiedliche Betrachtungszeiträume zu berücksichtigen sind, die sich außerdem über lange Zeiträume erstrecken können. Für die Wirkungsermittlung führt dies zu einem höheren Aufwand, höherer Komplexität und Unsicherheit als die Verwendung von  $\Delta u_{min}$ .

Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung wird als Ergebnis die folgende Festlegung des Betrachtungszeitraums vorgeschlagen:

- Für alle Maßnahmen wird die Größe  $\Delta u_{min}$  bestimmt. Diese Größe kann mit relativ hoher Sicherheit und ohne aufwändige langfristig ausgelegte Prognoseverfahren bestimmt werden. Zur weiteren Vereinfachung der Wirkungsermittlung kann der Betrachtungszeitraum für alle Maßnahmen einheitlich auf den Zeitraum einer Entscheidungsperiode festgelegt werden.
- Für die Bewertung von Maßnahmen, für die längerfristig (also über den Zeitraum einer Entscheidungsperiode hinausgehend) maßgebende Veränderungen gegenüber diesem kurzfristigen Betrachtungszeitraum vermutet oder erwartet werden (die außerdem nicht auf eine allgemeine Entwicklung zurückzuführen sind), werden folgende ergänzende Betrachtungen vorgeschlagen:

#### Alternative 1:

Für die Wirkungsfelder, für die längerfristig Veränderungen erwartet werden, werden die kurzfristigen Wirkungswerte durch repräsentativere Wirkungswerte ersetzt (z.B. Durchschnittswerte über die Nutzungsdauer). Hierbei ist sicherzustellen, dass diese „Ersatzwerte“ nachvollziehbar und fehlerfrei abgeleitet werden.

#### Alternative 2:

Für diese Maßnahmen wird eine zusätzliche Nutzwurtermittlung nach der Größe  $\Delta u_{leb\_min}$  durchgeführt. Nach einer vorläufigen Rangreihung der Maßnahmen (vorläufige Entscheidungsalternative) nach  $\Delta u_{min}$  wird für die Maßnahmen, die im Übergang zwischen dem Maßnahmenkollektiven der Maßnahmen mit positiver Entscheidung ( $M_{pos}$ ) und negativer Entscheidung ( $M_{neg}$ ) positioniert sind, ebenfalls eine Nutzwurtermittlung nach  $\Delta u_{leb\_min}$  vorgenommen. Maßnahmen, die sowohl nach  $\Delta u_{min}$  als auch nach  $\Delta u_{leb\_min}$  dem gleichen Maßnahmenkollektiv  $M_{pos}$  oder  $M_{neg}$  angehören, sind eindeutig. Für Maßnahmen, die jeweils einer der beiden Kollektive angehören, ist eine Entscheidung

nach festzulegenden Regeln erforderlich. Alternative 2 wird in der Praxis eine iterative Bearbeitung erfordern und ist daher mit erhöhtem Aufwand verbunden.

Beide Alternativen haben Vor- und Nachteile. Aufgrund der einfacheren Handhabung wird Alternative 1 der Vorzug gegeben.

Damit kann die Nutzwertermittlung für eine Maßnahme im Rahmen einer maßnahmenartübergreifenden Entscheidungsfindung (Realisierung oder zeitliche Verschiebung von Maßnahmen) folgendermaßen formuliert werden:

$$u_m = \Delta u_{min,m} = \sum_{zk=1}^{n_{zk}} w_{zk} \times f_{zk} \left( \sum_{bp=bp_{r0,m}}^{bp_{r1,m}} (\text{imp}_{pos,m,zk,bp} - \text{imp}_{neg,m,zk,bp}) \right) \quad (20)$$

Mit:

$u_m$	Nutzwert der Maßnahme m
$\Delta u_{min,m}$	Nutzwertveränderung durch Verschiebung der positiven Entscheidung für Maßnahme m vom Entscheidungszeitpunkt $ez_0$ auf Entscheidungszeitpunkt $ez_1$
$bp_{r0,m}$	Bewertungsperiode, in der die Inbetriebnahme der Maßnahme m bei einer positiven Entscheidung zum Entscheidungszeitpunkt $ez_0$ erfolgt
$bp_{r1,m}$	Früheste Bewertungsperiode, in der die Realisierung der Maßnahme m bei einer positiven Entscheidung zum Entscheidungszeitpunkt $ez_1$ erfolgt
$n_{zk}$	Anzahl Zielkriterien
$w_{zk}$	Gewichtungsfaktor des Zielkriteriums $zk$
$f_{zk}(x)$	Nutzwertfunktion für das Zielkriterium $zk$
$\text{imp}_{pos,m,zk,bp}$	Wirkungswert für das Zielkriterium $zk$ in der Bewertungsperiode $bp$ bei einer positiven Entscheidung für Maßnahme m zum Entscheidungszeitpunkt $ez_0$
$\text{imp}_{neg,m,zk,bp}$	Wirkungswert für das Zielkriterium $zk$ in der Bewertungsperiode $bp$ bei negativer Entscheidung für Maßnahme m zum Entscheidungszeitpunkt $ez_0$

**Durch Gleichsetzung des Betrachtungszeitraums mit der Dauer der Entscheidungsperiode kann eine weitere Vereinfachung erreicht werden.**

Der Wirkungswert  $\sum_{i=bp_{r0,m}}^{bp_{r1,m}} [(\text{imp})_{pos,zk,m,i} - \text{imp}_{neg,zk,m,i}]$  ist bei Bedarf durch einen repräsentativeren Ersatzwirkungswert zu ersetzen. Hierzu ist die (Ersatz-)Wirkung auf der Grundlage einer vergleichbaren Wirkungsdauer wie die des Betrachtungszeitraums zu bewerten.<sup>59</sup>

<sup>59</sup> Besondere Aufmerksamkeit ist in diese Zusammenhang die Bewertung der Maßnahmenkosten zu widmen. Dieses Thema wird in **Abschnitt 8.4.4** als eigener Aufgabenkomplex behandelt.



## Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

### Abschnitt 8.3: Festlegung des Betrachtungszeitraums

- ⇒ Die Wirkungsermittlung und -bewertung soll auf die **Wirkungsphase der Nutzung** beschränkt werden.
- ⇒ Bei einer periodischen Entscheidungsfindung wie im vorliegenden Fall ist die Nutzwertermittlung einer Maßnahme von **erheblichen Unsicherheiten geprägt, sobald der Betrachtungszeitraum über die aktuelle Entscheidungsperiode hinausreicht**.
- ⇒ **Sicherheit über die Nutzwertveränderung**, die im Vergleich zwischen positiver und negativer Entscheidung für eine Maßnahme eintritt, **besteht für die Größe  $\Delta u_{min}$** . Diese beschreibt die Nutzwertveränderung zwischen der Maßnahmenrealisierung während der aktuellen Entscheidungsperiode  $ez_0$  und der Maßnahmenrealisierung während der nachfolgenden Entscheidungsperiode  $ez_1$ .
- ⇒ **Für die vergleichende Bewertung von mehreren Maßnahmen konnte keine eindeutige Präferenz für die Verwendung einer der untersuchten Nutzengrößen bestimmt werden**. Der Grad, zu dem eine Annäherung an das langfristige Nutzwertoptimum erreicht wird, ist abhängig von den Rahmenbedingungen künftiger Entscheidungsprozesse (Zusammensetzung von Maßnahmenkollektiven, Budgets sowie sonstige Randbedingungen) und kann daher nicht im Voraus bestimmt werden.
- ⇒ Als Grundlage für die Entscheidung über die zu verfolgende Handlungsalternative wird die Größe  $\Delta u_{min}$  vorgeschlagen. Maßnahmen mit einer hohen  $\Delta u_{min}$  sind Maßnahmen mit einer geringeren  $\Delta u_{min}$  vorzuziehen.
- ⇒ Der **Betrachtungszeitraum** ist bei Berücksichtigung von  $\Delta u_{min}$  gleichzusetzen mit der **Zeitspanne zwischen dem Realisierungszeitpunkt in der aktuellen Entscheidungsperiode und dem frühestmöglichen Entscheidungszeitpunkt in der nachfolgenden Entscheidungsperiode**. Der Betrachtungszeitraum ist bei diesem Ansatz nicht für alle Maßnahmen gleich. Mittels einer vereinfachten Bewertung durch Gleichsetzung des Betrachtungszeitraums mit der Dauer der Entscheidungsperiode kann ein einheitlicher Betrachtungszeitraum für alle Maßnahmen erreicht werden. Die hiermit verbundenen Genauigkeitsverluste dürften in der Regel vertretbar sein.
- ⇒ Für Maßnahmen, für die:
  - längerfristig eine bewertungsrelevante Veränderung des Nutzwerts gegenüber dieses kurzfristigen Betrachtungszeitraums erwartet wird, und außerdem
  - die zeitliche Entwicklung des Nutzwerts in Abhängigkeit vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme steht,

sind bei der Verfahrensanwendung die kurzfristigen Wirkungswerte durch repräsentativere **Ersatz-Wirkungswerte** zu ersetzen. Zur Sicherstellung der Nachvollziehbarkeit und Fehlerfreiheit sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung entsprechende Vorschriften aufzustellen.

## 8.4 Festlegung des Bewertungs- und Entscheidungskriteriums

### 8.4.1 Vorbemerkungen

Ergebnis der Dringlichkeitsbewertung ist die Entscheidung über die Handlungsalternative, die mit dem aktuellen Budget realisiert werden kann (Entscheidungsalternative). Diese Entscheidung soll idealerweise auf die Handlungsalternative fallen, die bei dem verfügbarem Budget **langfristig zum höchsten Gesamtnutzen** führt. Um diese Entscheidung vornehmen zu können, ist ein geeignetes **Entscheidungskriterium** zu definieren, welches die Belastung des verfügbaren Budgets mit einbezieht.

Der Gesamtnutzen einer Handlungsalternative errechnet sich aus den summierten Nutzen für die einzelnen Straßenbaumaßnahmen, wobei eine Handlungsalternative über eine bestimmte Konstellation von Maßnahmen mit positiver oder negativer Entscheidung definiert wird (vgl. **Abschnitt 5.6**). Damit die Entscheidung auch langfristig zu einem möglichst hohen Gesamtnutzen unter den angenommenen Budgetbeschränkungen führt, sind bei der Bewertung der Nutzwerte auch die erforderlichen finanziellen Aufwendungen, die für die Aktivierung des ermittelten Nutzens erforderlich sind, einzubeziehen. Diese finanziellen Aufwendungen sind nicht zwingend deckungsgleich mit den Kosten, die das aktuelle Budget belasten. Für die vergleichende Nutzenbewertung ist daher ein geeignetes **Bewertungskriterium** zu definieren.

### 8.4.2 Festlegung des Bewertungskriteriums

Grundsätzlich sind für alle finanzwirksamen Maßnahmen angemessene Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen durchzuführen (vgl. **Abschnitt 2.6.2**). Für die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung wird die absolute Vorteilhaftigkeit von Maßnahmen vorausgesetzt. Eine Überprüfung, ob die volkswirtschaftlichen Nutzen höher als die eingesetzten Finanzmittel sind, ist im Rahmen der Dringlichkeitsbewertung daher nicht erforderlich. Allerdings ist nach dem Verfahrensziel sicherzustellen, dass mit den eingesetzten Finanzmitteln ein möglichst hoher Gesamtnutzen erreicht wird. Die **Effektivität einer Maßnahme** ist die entscheidende Größe bei der Allokationsplanung im hier betrachteten Kontext.

Zur Sicherstellung eines optimalen Einsatzes von beschränkten finanziellen Mitteln sind folgende Bewertungskriterien gängig:<sup>60</sup>

- Additive Verrechnung von Nutzen und Kosten (**Differenzkriterium**). Beispiele hierfür sind die Bildung eines Gesamtnutzwertes unter Einbeziehung der (negativen) Maßnahmenkosten bei einem nutzwertanalytischen Ansatz (NWA) oder die Bildung von Kosten-Nutzen-Differenzen (z.B. Netto-Barwert, Annuitäten) bei einer Monetarisierung des Nutzwerts.
- Verhältnisbildung zwischen Kosten und Nutzen (**Quotientenkriterium**). Beispiele hierfür sind der Wirksamkeits-Kosten-Quotient bei einer Wirksamkeits-Kosten-Analyse oder das Kosten-Nutzen -Verhältnis bei einer Monetarisierung des Nutzwerts.

Nachteil der Verrechnung durch Addition ist, dass hierdurch größer dimensionierte Projekte tendenziell bevorzugt werden. Sie ist für die Rangreihung von Maßnahmen mit unterschiedlichen Größenordnungen wie im Fall einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung daher weniger geeignet (vgl. (ECOPLAN ET AL. 2005), (VGL. FGSV 2010), (FGSV 1997B)).

<sup>60</sup> Weitere Entscheidungskriterien der privatwirtschaftlichen Investitionstheorie werden z.B. in (FGSV 1997B), (ECOPLAN ET AL. 2005), (EUC 2002) dargestellt.

Für das Verfahren wird daher die Bildung eines Quotientenkriteriums empfohlen.

$$NB_h = \frac{U_h}{K_{bew,h}} = \frac{\sum_1^{n_m} u_{m,h}}{\sum_1^{n_m} k_{bew,m,h}} \quad (21)$$

Mit:

$NB_h$	Nutzwert-Kosten-Verhältnis für die Handlungsalternative h
$U_h$ :	Nutzwert der Handlungsalternative h
$K_{bew,h}$ :	Bewertungsrelevante Kosten der Handlungsalternative h
$u_{m,h}$	Nutzwert der Maßnahme m bei der Handlungsalternative h
$k_{bew,m,h}$	Bewertungsrelevante Kosten der Maßnahme m bei der Handlungsalternative h
$n_m$	Anzahl Maßnahmen im Maßnahmenkollektiv

Wie im **Abschnitt 3.4.** dargestellt, ist eine vollständige Monetarisierung aller Nutzenbeiträge im vorliegenden Anwendungsfall in der Regel nicht möglich. Der Quotient wird deshalb in Anlehnung an die Prinzipien der Wirksamkeits-Kosten-Analyse gebildet. Bei der Wirksamkeits-Kosten-Analyse nehmen die Kosten wie bei der Kosten-Nutzen-Analyse einen erheblichen Stellenwert ein (vgl. FGSV 2010).

**Bei einer hohen Unsicherheit bezüglich Maßnahmenwirkung und Maßnahmenkosten kann die Ausweisung des Wirksamkeits-Kosten-Quotienten eine nicht vorhandene Genauigkeit vortäuschen.** Das nachfolgende Beispiel zeigt eine Möglichkeit, die Effektivität einer Maßnahme unter Berücksichtigung von dimensionslosen Nutzwerten, aber ohne Ausweisung eines Wirksamkeits-Kosten-Quotienten, zu berücksichtigen.

#### **Beispiel:**

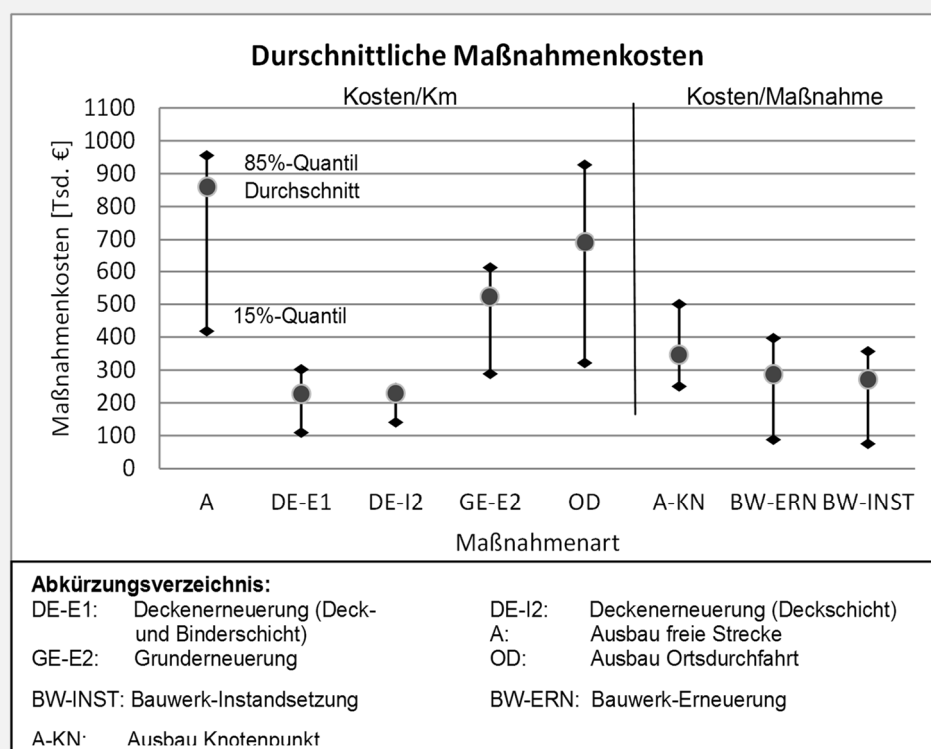
*In die Dringlichkeitsbewertung dieses Praxisbeispiels (vgl. DIELEMAN ET AL. 2010) gehen Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen für Fahrbahnbefestigungen und Brückenbauwerken in einem frühen Planungsstand ein, infolgedessen teilweise noch unzureichende Kenntnisse über Maßnahmenkosten und Wirkungszusammenhänge zwischen Zustandsänderung und Wirkungsgrößenwert vorlagen. Eine Rangreihung nach einem Kosten-Nutzen-Quotient wurde als nicht zielführend angesehen, da hierdurch eine nicht vorhandene Aussage-schärfe vermittelt worden wäre.*

*„Um die dargestellten Aspekte dennoch einbeziehen zu können, wurde der relative Beitrag der Maßnahme an der Zielerreichung ermittelt, und damit nicht der absolute Nutzenbeitrag, sondern die Effektivität der Maßnahme. Dieser relative Beitrag bildet sich vereinfacht aus dem Quotienten des Nutzens über die Wirkungslänge durch die Maßnahmenlänge. Hierdurch entsteht eine Abbildung des Nutzens pro Längeneinheit. Verbunden mit der vereinfachten Annahme, dass für gleiche Maßnahmenarten vergleichbare durchschnittliche Maßnahmenkosten pro Längeneinheit entstehen, wird durch diesen Ansatz erreicht, dass Maßnahmen mit einer geringen Maßnahmenlänge mit Maßnahmen mit deutlich größerer Maßnahmenlänge vergleichend bewertet werden können, ohne dass die Maßnahmenkosten direkt in die Bewertung einbezogen werden müssen.*

*Zu beachten ist, dass bei den hier betrachteten unterschiedlichen Maßnahmenarten verschiedene maßnahmenart-spezifische durchschnittliche Kosten entstehen. So ist eine Ausbaumaßnahme oder eine grundhafte Erneuerung im Durchschnitt erheblich kosten-aufwändiger als eine Deckenerneuerung.*

Die durchschnittlichen spezifischen Kosten der unterschiedlichen Maßnahmenarten werden aber nicht gesondert in die Nutzenbewertung einbezogen. Es wird davon ausgegangen, dass die für die Behebung der festgestellten Mängel angemessene Maßnahme (unter Berücksichtigung von Kosten und Nutzen von Alternativen) gemeldet wird. Der Zusatznutzen einer kostenaufwändigeren Maßnahmenart wird gegenüber einer kostengünstigeren Maßnahmenart demnach als gegeben angenommen. Das hier dargestellte Verfahren setzt voraus, dass für alle Maßnahmenarten auch die entsprechenden Zusatznutzen bei der Maßnahmenbestimmung berücksichtigt worden sind.

Würden die Maßnahmenkosten bei der vorliegenden vereinfachten Nutzenermittlung als gesonderter Nutzenbeitrag berücksichtigt, könnte ein Anreiz geschaffen werden, kostengünstigere Maßnahmenvarianten zu melden. Eine solche Entwicklung würde einem optimierten langfristigen Substanzerhalt entgegenwirken.



*Maßnahmenart-spezifische Kosten (Grundlage: Maßnahmenmeldung Dringlichkeitsbewertung 2009)*

Ein besonderes Problem bei der bisherigen Bewertung stellt die integrierte Bewertung von überwiegend linienhaften Maßnahmenarten (Deckenerneuerungen, Ausbaumaßnahmen, ...) und primär punktuellen Maßnahmenarten (Ausbau von Knotenpunkten, Bauwerksmaßnahmen) dar. Die durchschnittlichen spezifischen Maßnahmenkosten bieten einen Ansatz, die Wirkungen dieser Maßnahmen zueinander in Bezug zu setzen. Ausgehend von durchschnittlichen Maßnahmenkosten für Maßnahmenarten mit einem Längenbezug wird ermittelt, über welche Länge im Durchschnitt eine solche Maßnahme realisiert werden kann, wenn die durchschnittlichen Kosten für eine „punktuelle“ Maßnahme herangezogen werden. Hieraus lässt sich dann stark vereinfacht der Verrechnungsfaktor für die Nutzenberechnung ableiten. Für die Bewertung werden die Nutzen einer punktuellen Maßnahme mit den Nutzen einer streckenbezogenen Maßnahme pro Kilometer verglichen.“ (DIELEMAN ET AL. 2010)

Bei diesem Beispiel geht die Effektivität der Maßnahmen pauschaliert in die Bewertung ein. Bei einer geringen Unsicherheit über die einzelnen Maßnahmenkosten würden bei dieser Vorgehensweise Informationen verloren gehen. **Wie die Effizienz im konkreten Anwendungsfall berücksichtigt wird, ist daher stets unter Berücksichtigung der Qualität der Datengrundlage und der Vermittelbarkeit der Ergebnisse (einschließlich der vorhandenen Unsicherheiten) festzulegen.**

Ist die Datenqualität bei den Maßnahmenkosten ausreichend hoch, sollten die einzelnen Kostenbestandteile explizit bewertet werden.

### 8.4.3 Festlegung des Entscheidungskriteriums

Die Entscheidungsalternative ist die Handlungsalternative, für die unter Einhaltung der Budgetrestriktionen der maximalen Nutzenbewertung erreicht wird. Die Ermittlung der Entscheidungsalternative wird folgendermaßen formalisiert:

$$\max (NB_h) \quad (22)$$

wofür gilt

$$K_{inv,h} \leq B$$

mit

$$K_{inv,h} = \sum_{m=1}^{n_m} k_{inv,m,h}$$

$$k_{inv,m,h} = \begin{cases} k_{inv,m_{min},h} & \text{wenn gilt } m \in M_{neg,h} \\ k_{inv,m_{dis},h} & \text{wenn gilt } m \in M_{pos,h} \end{cases}$$

Mit:

$NB_h$	Nutzwert-Kosten-Verhältnis für die Handlungsalternative h
$K_{inv,h}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Handlungsalternative h
$k_{inv,m,h}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Maßnahme m bei der Handlungsalternative h
$k_{inv,m_{dis},h}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Maßnahme m bei der Handlungsalternative h bei einer positiven Entscheidung für die Maßnahme m
$k_{inv,m_{min},h}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Maßnahme m bei der Handlungsalternative h bei einer negativen Entscheidung für die Maßnahme m
$B$	Budget für die aktuelle Entscheidungsperiode
$n_m$	Anzahl Maßnahmen im Maßnahmenkollektiv
$M_{neg,h}$	Kollektiv der Maßnahmen mit negativer Entscheidung bei der Handlungsalternative h
$M_{pos,h}$	Kollektiv der Maßnahmen mit positiver Entscheidung bei der Handlungsalternative h

Da die Anzahl an Handlungsalternativen in der Regel einen nicht zu bewältigenden Umfang annehmen wird, sind effiziente Verfahren zur Bestimmung der Entscheidungsalternative zu entwickeln. Dies wird in **Abschnitt 9.2** behandelt.

### 8.4.4 Berücksichtigung von Kostenkomponenten

Für die Festlegung des Entscheidungs- und Bewertungskriteriums werden unterschiedliche Kostenbestimmungen verwendet:

1. Das **Entscheidungskriterium** wird für die aktuelle Allokationsentscheidung herangezogen. Hierzu sind die Kosten zu berücksichtigen, die das aktuelle Budget belasten, wozu in der Regel die Bau- und Anschaffungskosten sowie die Kosten zur Umsetzung von Mindestmaßnahmen gehören werden.
2. Für das **Bewertungskriterium** sind alle Kosten einzurechnen, die durch Realisierung einer Maßnahme im Vergleich zu „nichts-tun“ verändert werden. Dazu können auch Kosten gehören, die nicht das aktuelle Budget belasten.

Die für die Allokationsentscheidung und die Bewertung der Effektivität einer Maßnahme relevanten Kostenkomponenten sind im vorliegenden Entscheidungskontext mit periodischer Wiederholung der Entscheidungsfindung nicht zwingend deckungsgleich. Es stellt sich die Frage, wie die einzelnen Kostenkomponenten einer Maßnahme bei der Dringlichkeitsbewertung zu berücksichtigen sind.

Zu den Kosten einer Maßnahme gehören im Allgemeinen die erforderlichen finanziellen Aufwendungen, die vom Entscheidungsträger zu tragen sind. Kostenkomponenten sind:

- Bau- und Anschaffungskosten,
- Erhaltungs- und Betriebskosten,
- Planungskosten sowie
- Kosten für Planung und Durchführung eines Rückbaus nach Ablauf der Nutzungsdauer des Infrastrukturelements.

#### **Zu 1.: Relevante Kostenkomponenten beim Entscheidungskriterium**

Für das Entscheidungskriterium sind alle Kosten einzubeziehen, die das aktuelle Budget belasten werden. Hierzu können auch Kosten gehören, die für das Bewertungskriterium keine Relevanz haben (vgl. nachfolgende Beispiele). Weitere Kosten, die das aktuelle Budget nicht belasten, sind für das Entscheidungskriterium nicht relevant.

#### **Zu 2.: Relevante Kostenkomponenten beim Bewertungskriterium**

Für das Bewertungskriterium sind alle Kostenkomponenten zu berücksichtigen, die für die Aktivierung der ermittelten Nutzwerte aufzubringen sind.

##### ***Beispiele:***

*Für eine Maßnahme wird eine aufwändigere Baumethode mit dem Ziel der Minimierung der negativen Wirkungen für Verkehrsteilnehmer während der Bauphase gewählt. Die Kosten hierfür sind budgetwirksam und damit für das Entscheidungskriterium zu berücksichtigen. Sofern die Nutzwervermittlung nur die Nutzungsphase umfasst, sind die mit der Baumethode verbundenen Mehrkosten aber nicht für das Bewertungskriterium zu berücksichtigen.*

*Bei einer Neubaumaßnahme sind die künftig erforderlichen Erhaltungskosten in der Regel nicht budgetwirksam. Für das Bewertungskriterium sind aber alle Kosten, die für die Sicherstellung des für die Maßnahme ermittelten Nutzwerts erforderlich sind, zu berücksichtigen.*

*Abbruchkosten für bestehende Anlagenteile im Rahmen einer Modernisierung sind für die Allokationsentscheidung vollständig budgetwirksam. Für die Bewertung sind aber nur die Mehr- oder Minderkosten im Vergleich zu den sonst in Zukunft erforderlichen Abbruchkosten relevant.*

Für das Bewertungskriterium *NB* sind entsprechend der im **Abschnitt 8.3.6** definierten Nutzwertermittlung (vgl. **Formel 20**) die Kostenveränderungen gegenüber einer negativen Entscheidung zu berücksichtigen. Kosten für Mindestmaßnahmen und sonstige ohnehin erforderlichen Kosten sind demnach mit den Realisierungs-, Erhaltungs- und Rückbaukosten einer Maßnahme zu verrechnen, sofern auch die mit den Kostenkomponenten verbundenen Nutzwerte entsprechend berücksichtigt werden.

Für das Bewertungskriterium *NB* können **Kostenkomponenten sowohl auf der Nutzen- als auch auf der Kostenseite** berücksichtigt werden. Dieser Zuordnung von monetären Nutzen- und Kostenkomponenten ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da der Bewertungsquotient sich verändert, je nachdem, ob Kostenkomponenten z.B. zu den Kosten hinzugerechnet oder vom Nutzwert abgezogen werden.

Im Allgemeinen werden die **Kosten als Ressourcenverbrauch des Betreibers** und der **Nutzen als Ressourcengewinn der Nutzer und Allgemeinheit festgelegt** (Verbrauch und Gewinn können positiv oder negativ sein). Die strenge Zuordnung nach dieser Aufteilung führt für den hier betrachteten Fall einer periodisch wiederkehrenden Entscheidungsfindung mit einem begrenzten Investitionsbudget aber zu einer Vernachlässigung von Effekten, die in Zusammenhang mit der Bindung von künftigen Finanzmitteln stehen. Das verfügbare Budget deckt in der Regel die Kosten für Planung und Realisierung der Maßnahme ab. Evtl. längerfristig anfallende Erhaltungs- oder Abbruchkosten sind damit aber nicht abgedeckt, diese werden aber Budgets bei künftigen Entscheidungsprozessen belasten.

Die Zuordnung dieser über das Budget nicht gedeckten Kosten zu den Maßnahmenkosten bewirkt, dass bei der Bewertung der Effizienz der Maßnahme keine Differenzierung zwischen gedeckten und nicht gedeckten Kosten erfolgt. Werden die nicht gedeckten Kosten nur den Nutzen zugeordnet, führt dies zu einer Besserstellung von Maßnahmen mit höherem Anteil an nicht gedeckten Kosten (Begründung: da die Maßnahmen absolut vorteilhaft sind, sind die Nutzen stets größer als die Kosten). Nachfolgendes Beispiel verdeutlicht diese Zusammenhänge. Beide Bewertungsweisen tragen nicht zu einer nachhaltigen Entscheidungsfindung bei.

Durch die **Berücksichtigung der nicht gedeckten Kosten sowohl kosten- als auch nutzenseitig** wird der gewünschte Effekt einer Bevorzugung von Maßnahmen mit einem geringeren Anteil der nicht über das aktuelle Budget abgedeckten Kosten erreicht. Für die nutzenseitige Verrechnung von Kostenkomponenten kann die Berücksichtigung eines Gewichtungsfaktors erforderlich sein. Bei der in **Abschnitt 8.2** dargestellten Gewichtung in Anlehnung an Monetarisierungsansätze ist dies aber nicht zwingend erforderlich.

**Beispiel:**

<b>Projekt 1</b>	Bau- und Planungsaufwände (über das aktuelle Budget $B_0$ finanziert)	200	Erhaltung = Kosten	$NB = 400/(200+50) = 1,60$
	Erhaltungsaufwände (nicht über das aktuelle Budget $B_0$ finanziert)	50	Erhaltung = Nutzen	$NB = (400-50)/200 = 1,75$
	Wirksamkeit für Nutzer und Allgemeinheit	400	Erhaltung = Kosten und Nutzen	$NB = (400-50)/(200+50) = 1,4$
<b>Projekt 2</b>	Bau- und Planungsaufwände (über das aktuelle Budget $B_0$ finanziert)	230	Erhaltung = Kosten	$NB = 400/(230+20) = 1,60$
	Erhaltungsaufwände (nicht über das aktuelle Budget $B_0$ finanziert)	20	Erhaltung = Nutzen	$NB = (400-20)/230 = 1,65$
	Wirksamkeit für Nutzer und Allgemeinheit	400	Erhaltung = Kosten und Nutzen	$NB = (400-20)/(230+20) = 1,52$

**Kostenentwicklung im Zeitverlauf**

Investitionsmittel für eine Maßnahme fließen im Allgemeinen nicht gleichmäßig ab, sondern fallen zu einem wesentlichen Anteil kurzfristig während der Realisierung einer Maßnahme an. Außerdem können durch die Realisierung von Maßnahmen Finanzmittel langfristig gebunden werden. In Zusammenhang mit den vorgehenden Ausführungen zur Festlegung des Betrachtungszeitraums, werden nachfolgend die Konsequenzen für die Berücksichtigung von Maßnahmenkosten behandelt.

Die Kosten, die mit einem Projekt verbunden sind, entstehen in der Regel in verschiedenen Zeitperioden. Typischerweise fällt vor Inbetriebnahme des Projekts ein Großteil der Investitionskosten an. Während des Betriebs kommen die laufenden Erhaltungskosten hinzu und je nach Maßnahmenart in bestimmten Zeitabschnitten punktuelle Instandsetzungs- und Erneuerungskosten (vgl. **Abbildung 34**). Die Maßnahmenkosten sind daher – damit sie sachgerecht mit dem erwarteten Nutzen verglichen werden können – **auf einen passenden Vergleichszeitraum umzurechnen** (Bildung eines Ersatzwertes, vgl. **Abschnitt 8.3.6**).



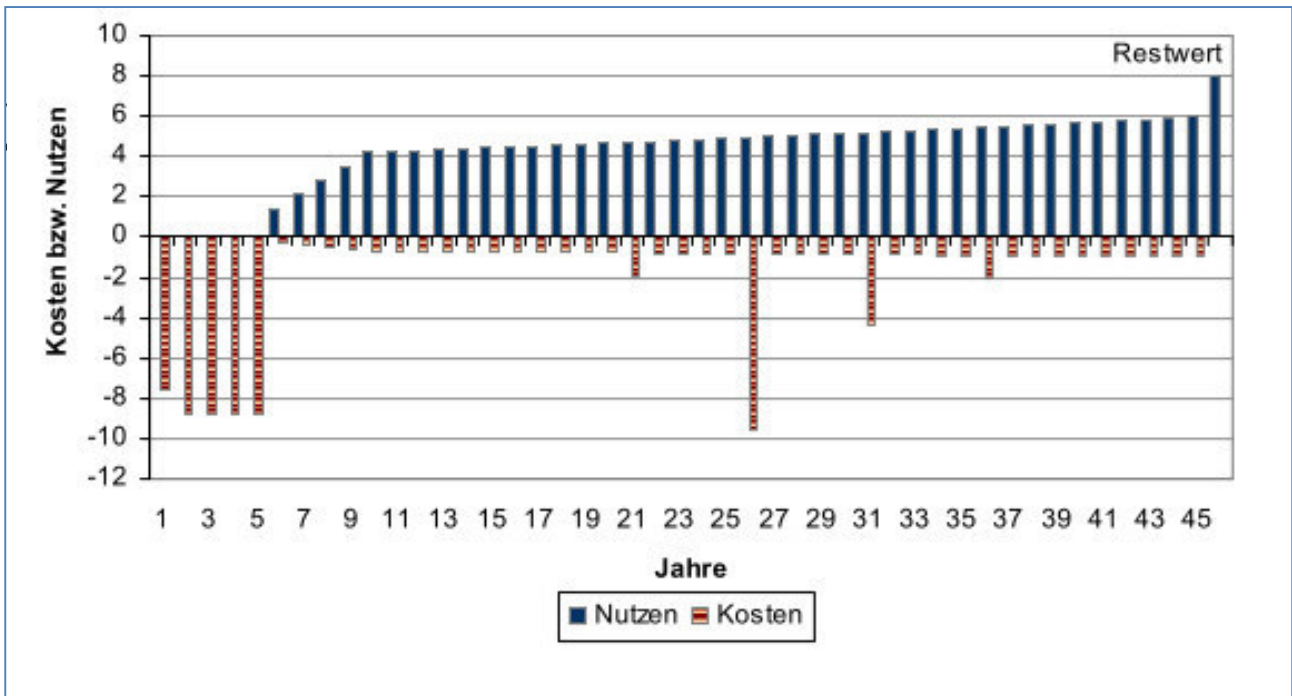


Abbildung 34: Typischer zeitlicher Anfall von Nutzen und Kosten einer Straßenbaumaßnahme (ECOPLAN ET AL. 2005)

**Formel 23** zeigt die Ersatzwertermittlung als durchschnittliche Kostenveränderung über die Nutzungsdauer der Maßnahme:

$$k_{bew,m} = \left( \frac{n_{bp,BZ_m}}{n_{bp,ND_m}} \right) \times \sum_{bp=bp_{r_0,m}}^{n_{bp,ND_m}} (k_{pos_{m,bp}} - k_{neg_{m,bp}}) \quad (23)$$

Mit

$k_{bew,m}$	Bewertungsrelevante Kosten der Maßnahme m
$k_{pos_{m,bp}}$	Kosten für die Maßnahme m während der Bewertungsperiode bp bei einer positiven Entscheidung für die Maßnahme m
$k_{neg_{m,bp}}$	Kosten für die Einhaltung der Mindestanforderungen während der Bewertungsperiode bp bei einer negativen Entscheidung für die Maßnahme m
$bp_{r_0,m}$	Bewertungsperiode, in der die Inbetriebnahme der Maßnahme m bei einer positiven Entscheidung erfolgt
$n_{bp,ND_m}$	Anzahl Bewertungsperioden über die Nutzungsdauer der Maßnahme m
$n_{bp,BZ_m}$	Anzahl Bewertungsperioden über den Betrachtungszeitraum der Maßnahme m

Bei dieser Umrechnung von Ausgaben und Einnahmen auf einen Vergleichszeitraum ist zu beachten, dass zu verschiedenen Zeitpunkten anfallende Einnahmen und Ausgaben einem unterschiedlichen Wert zugemessen werden. Diesem Umstand wird im Allgemeinen durch die Berücksichtigung eines **Diskontsatzes** Rechnung getragen. Bei einer Wirksamkeits-Kosten-Analyse wird auf eine Diskontierung von Kosten und Nutzen in der Regel verzichtet (FGSV 2010).

### Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Abschnitt 8.4: Festlegung des Bewertungs- und Entscheidungskriteriums

- ⇒ Für die Nutzenbewertung der Maßnahmen und Handlungsalternativen wird die Bildung eines **Quotientenkriteriums** empfohlen.
- ⇒ Dieses soll bei einer ausreichenden Sicherheit über die zu erwartenden Maßnahmenkosten entsprechend einer Wirksamkeits-Kosten-Analyse als **Wirksamkeits-Kosten-Verhältnis** gebildet werden.
- ⇒ Bei unzureichender Sicherheit über die zu erwartenden Maßnahmenkosten können alternative Ansätze, bei denen z.B. Kosten pauschaliert berücksichtigt werden, angewandt werden. Hierdurch kann die Vermittlung einer nicht vorhandenen Genauigkeit vermieden werden.
- ⇒ Die **Entscheidungsalternative** ist die Handlungsalternative mit **maximaler Nutzwertbewertung unter Einhaltung der Budgetrestriktion**.
- ⇒ Für das **Entscheidungskriterium** sind alle **Kosten** einzubeziehen, die das **aktuelle Budget belasten**.
- ⇒ Für das **Bewertungskriterium** sind alle **Kostenveränderungen**, die für die **Umsetzung der ermittelten Nutzwerte erforderlich sind, zu berücksichtigen**. Diese müssen nicht deckungsgleich mit den für das Entscheidungskriterium relevanten Kosten sein.
- ⇒ Der **Zuordnung von monetären Nutzen- und Kostenkomponenten** ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da hierdurch das **Bewertungsergebnis beeinflusst** wird.
- ⇒ Nicht **über das aktuelle Budget abgedeckte Kostenkomponenten** sollten für eine ausgewogene Entscheidungsfindung im Sinne des Verfahrensziels **sowohl nutzen- als auch kostenseitig** berücksichtigt werden.
- ⇒ Maßnahmenkosten sind, damit sie sachgerecht mit dem erwarteten Nutzen verglichen werden können, auf einen passenden **Vergleichszeitraum** umzurechnen (Bildung eines Ersatzwertes).

### 8.5 Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Die Festlegung des Gewichtungssystems soll in Anlehnung an Monetarisierungsansätze unter Beibehaltung des grundlegenden nutzwertanalytischen Ansatzes erfolgen. Durch diesen Ansatz können auch im vorliegenden Kontext der Entscheidungsfindung die Anforderungen an konsistente Ergebnisse bei sich ändernden Entscheidungssituationen, interpersonelle Nachvollziehbarkeit und Flexibilität gegenüber Veränderungen innerhalb des Gewichtungssystems erfüllt werden.

Die wesentlichen Arbeitsschritte bei dieser Methode der Festlegung von Zielgewichten sind:

- Festlegung von dimensionslosen Skalen für jedes Zielkriterium
- Transformation der (ggf. dimensionsbehafteten) Wirkungswerte in dimensionslose Zielerreichungsgrade
- Vorläufige Festlegung der Gewichtung der einzelnen Zielkriterien in Anlehnung an Monetarisierungsansätze
- Abstimmung und abschließende Festlegung der Zielgewichtung durch den Entscheidungsträger

Die Festlegung des **Betrachtungszeitraums** sollte auf die **Nutzungsphase der Maßnahmen ausgerichtet** werden. Die Minimierung von negativen Auswirkungen von Straßenbaumaßnahmen während der Realisierungs- oder Rückbauphase, z.B. durch Koordinierung der zeitlichen Realisierungsabfolge von Maßnahmen, sollte in gesonderten Verfahren nach Abschluss der Dringlichkeitsbewertung erfolgen.

Für die Bewertung der Maßnahmen wird ein **einheitlicher Betrachtungszeitraum** vorgeschlagen, der sich an der Zeitspanne zwischen dem Realisierungszeitpunkt in der aktuellen Entscheidungsperiode und dem frühestmöglichen Entscheidungszeitpunkt in der nachfolgenden Entscheidungsperiode orientiert (entspricht dem Zeitraum einer Entscheidungsperiode). Sofern für Maßnahmen bewertungsrelevante Nutzwert- oder Kostenveränderungen im Anschluss an diesen kurzfristigen Betrachtungszeitraum absehbar sind, die außerdem aufgrund ihre Abhängigkeit vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme stets außerhalb des Betrachtungshorizonts liegen (werden), sollten bei der Verfahrensanwendung repräsentativere Ersatz-Wirkungswerte verwendet werden.

Für die Nutzenbewertung von Maßnahmen und Handlungsalternativen wird als **Bewertungskriterium** die Bildung eines **Quotientenkriteriums** in Anlehnung an eine Wirksamkeits-Kosten-Analyse empfohlen. Für das Bewertungskriterium sind alle Kostenveränderungen, die für die Umsetzung der ermittelten Nutzwerte erforderlich sind, zu berücksichtigen. Der Zuordnung von monetären Nutzen- und Kostenkomponenten ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da hierdurch das Bewertungsergebnis beeinflusst wird.

**Entscheidungskriterium** für die umzusetzende Handlungsalternative ist eine maximale Nutzwertbewertung unter Einhaltung der Budgetrestriktion. Für das Entscheidungskriterium sind alle Kosten einzubeziehen, die das aktuelle Budget belasten werden.

### **Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Zusammenfassung der Hinweise für die Entwicklung des Bewertungssystems

- ➔ Die Festlegung des Gewichtungssystems soll in Anlehnung an Monetarisierungsansätze unter Beibehaltung des grundlegenden nutzwertanalytischen Ansatzes erfolgen.
- ➔ Die Wirkungsermittlung und -bewertung soll auf die Wirkungsphase der Nutzung beschränkt werden.
- ➔ Der Betrachtungszeitraum sollte der Dauer der Entscheidungsperiode entsprechen.
- ➔ Ersatz-Wirkungswerte sind für die Kompensation von längerfristigen Nutzwertänderungen einzusetzen.
- ➔ Für die Nutzenbewertung von Maßnahmen und Handlungsalternativen wird als Bewertungskriterium die Bildung eines Quotientenkriteriums in Anlehnung an eine Wirksamkeits-Kosten-Analyse empfohlen.
- ➔ Für das Bewertungskriterium sind alle Kosten, die mit der Aktivierung der bei der Bewertung berücksichtigten Nutzwerte verbunden sind, zu berücksichtigen.
- ➔ Entscheidungskriterium für die umzusetzende Handlungsalternative ist der maximale Nutzwert unter Einhaltung der Budgetrestriktion.
- ➔ Für das Entscheidungskriterium sind alle Kosten einzubeziehen, die das aktuelle Budget belasten werden.
- ➔ Der Zuordnung von monetären Nutzen- und Kostenkomponenten ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da hierdurch das Bewertungsergebnis beeinflusst wird.

## 9 Hinweise für die effiziente und robuste Strukturierung des Bewertungsverfahrens

### 9.1 Vorbemerkungen

Die Festlegung einer geeigneten Verfahrensstruktur ist ausschlaggebend für die praktische Anwendbarkeit eines Bewertungsverfahrens. Der vorliegende Kontext der Entscheidungsfindung erfordert in seiner Komplexität einen hohen Strukturierungsgrad.<sup>61</sup>

Hierzu werden im **Abschnitt 9.2 Hinweise zur effizienten Strukturierung der Wirkungs- und Nutzwertermittlung** entwickelt. In **Abschnitt 9.3** wird auf Möglichkeiten zur Sicherstellung einer ausreichenden **Robustheit** der Verfahrensergebnisse eingegangen. Das Kapitel wird wieder mit einer Zusammenfassung der Folgerungen sowie mit Hinweisen für die Verfahrensentwicklung abgeschlossen (**Abschnitt 9.4**).

### 9.2 Effiziente Strukturierung der Wirkungs- und Nutzwertermittlung

#### 9.2.1 Vorbemerkungen

Der **Aufwand für die Wirkungs- und Nutzwertermittlung** wird im Wesentlichen von:

- der Anzahl der Maßnahmen,
- der Anzahl der Handlungsalternativen,
- der Anzahl der Wirkungsfelder sowie
- den verwendeten Ermittlungsmethoden

bestimmt.

Die Anzahl der Maßnahmen ist als gegeben anzusehen. Empfehlungen, wie die Anzahl der Wirkungsfelder auf das notwendige Maß reduziert werden kann, wurden bereits im **Abschnitt 7.3** dargestellt. In diesem Abschnitt wird daher hauptsächlich auf die **effiziente Strukturierung des Verfahrens** in Zusammenhang mit den verwendeten Ermittlungsmethoden eingegangen.

Für **automatisierte Ermittlungsmethoden** sind in der Regel keine aufwandsbegrenzenden Eingriffe im Verfahrensablauf erforderlich,<sup>62</sup> solange die Anzahl der Handlungsalternativen mit vertretbarem Zeitaufwand rechnerisch bewältigt werden kann. Es wurde aber bereits gezeigt, dass aufgrund von kombinatorischen Effekten infolge von Interdependenzen eine sehr hohe Anzahl an Handlungsalternativen zu bewältigen sein wird. Außerdem wird in der Praxis auf manuelle Tätigkeiten bei der Wirkungs- und Nutzwertermittlung für einzelne Wirkungsfelder nicht vollständig verzichtet werden können (**manuelle oder teilautomatisierte Ermittlungsmethoden**).

Unter diesen Randbedingungen stellt das Auslassen von Arbeitsschritten ein erhebliches Potenzial zur Reduzierung des erforderlichen Aufwands und damit zur Steigerung der Effizienz des Verfahrens dar. Dies ist aber nur dann zulässig, wenn hieraus keine maßgebenden Informationsverluste für die Entscheidungsfindung entstehen.

<sup>61</sup> Die Erarbeitung von Hinweisen richtet sich nach der Lösung der identifizierten typischen Aufgabenstellungen in Zusammenhang mit der Strukturierung des Verfahrensablaufs (vgl. Abschnitt 5.5, Tabelle 11).

<sup>62</sup> Das Datenverarbeitungssystem muss eine automatisierte Wirkungs- und Nutzwertermittlung zulassen. Hinweise hierzu werden im **Abschnitt 10.2** erarbeitet.

Nachfolgend wird zuerst die Grundstruktur für ein heuristisches Verfahren zur Bestimmung der Entscheidungsalternative entwickelt (**Abschnitt 9.2.2**). Hierauf aufbauend, werden anschließend Hinweise zur effizienten Wirkungs- und Nutzwertermittlung von Einzelmaßnahmen (**Abschnitt 9.2.3**) und zur Berücksichtigung von Interdependenzen (**Abschnitt 9.2.4**) erarbeitet. Der Abschnitt wird mit Hinweisen zur Konkretisierung der Verfahrenskomponenten im Rahmen einer Verfahrensentwicklung abgeschlossen (**Abschnitt 9.2.5**).

## 9.2.2 Grundstruktur für eine effiziente Wirkungs- und Nutzwertermittlung

Im **Abschnitt 7.5** wurden bereits die Interdependenzwirkungen dargestellt, die potenziell bei der Entscheidungsfindung zu berücksichtigen sind. Die **Berücksichtigung von Interdependenzen führt zu einer massiven Zunahme von Komplexität und Aufwand**, da die Wirkungen der Maßnahmen nicht isoliert, sondern nur im Kontext der Entscheidung über andere Maßnahmen ermittelt werden können.

Diese kombinatorische Wirkung von Interdependenzen führt bei einer hohen Anzahl an Maßnahmen dadurch schnell zu einer nicht zu bewältigenden Menge an gesondert zu bewertenden Entscheidungsalternativen. Die Anwendung eines Optimierungsverfahrens zur Berechnung der optimalen Lösung (vgl. **Abschnitt 3.4.5**, Lösung eines Knapsack-Problems) führt bei Berücksichtigung von Interdependenzen zu sehr komplexen Problemklassen (vgl. WALTHER ET AL. 2014, KELLERER ET AL. 2004). Die Wirkungszusammenhänge der interdependenten Wirkungen lassen sich außerdem in der Regel aufgrund der komplexen Wirkungszusammenhänge und der damit verbundenen manuellen Bewertungsvorgänge (vgl. **Abschnitt 7.5**) nicht vollständig automatisiert über Verfahrensalgorithmen ermitteln. Der effiziente Einsatz von Optimierungsverfahren wird dadurch verhindert.

Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung ist daher eine **Heuristik** erforderlich, welche eine **robuste und nachvollziehbare Entscheidungsfindung bei vertretbarem Aufwand** unter Berücksichtigung von **manuellen und teilautomatisierten Methoden** erlaubt.

Hierzu wird nachfolgend ein **iteratives, mehrstufiges Verfahren** beschrieben, welches auf den Prinzipien des Greedy-Verfahrens (vgl. **Abschnitt 3.4.5**) beruht. Das Greedy-Verfahren wird bei Entscheidungsverfahren in der Verkehrsplanung oft angewandt. Hierbei werden die Maßnahmen in der Reihenfolge ihrer Nutzenbewertung sortiert und anschließend die Maßnahmen in absteigender Reihenfolge in die Lösung aufgenommen, solange bis die summierten Maßnahmenkosten der aufgenommenen Maßnahmen das Budget erschöpft haben. Auf diese Weise kann auf die vollständige Ableitung aller Handlungsalternativen sowie auf deren vollständige Bewertung verzichtet werden. Dieses Verfahren führt zwar nicht zwingend zu einer optimalen Lösung, erlaubt aber in der Regel zumindest eine **gute Näherung**. Das Verfahren kann mit teilautomatisierten Bewertungskomponenten verwendet werden.

Das Greedy-Verfahren ist in seiner Grundstruktur nicht geeignet, Interdependenzen effizient zu berücksichtigen. Die Reduzierung des Aufwands auf ein vertretbares Maß wird bei der hier entwickelten Vorgehensweise über eine iterative und mehrstufige Vorgehensweise erreicht.

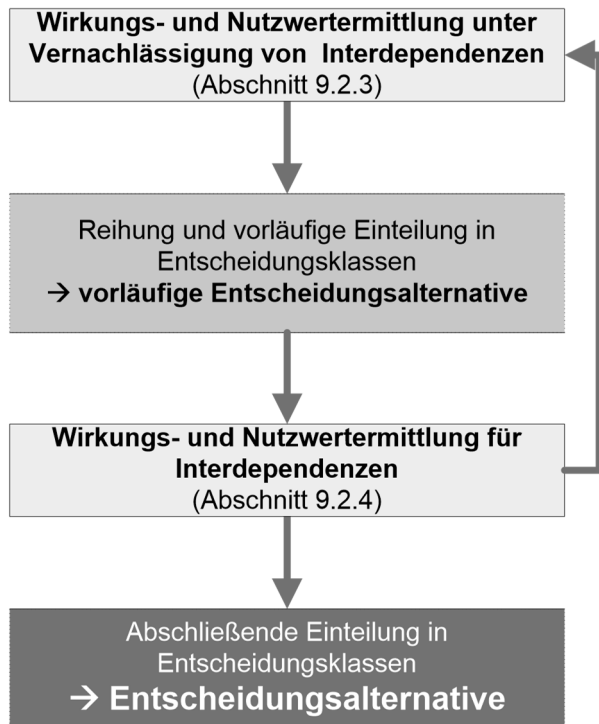


Abbildung 35: Grundschemata Wirkungs- und Nutzwertermittlung

Das Grundschemata ist in **Abbildung 35** dargestellt. In der ersten Stufe wird eine **isolierte Wirkungs- und Nutzwertermittlung der Maßnahmen** durchgeführt, Interdependenzen werden hierbei nicht berücksichtigt. Anschließend werden dann in einer zweiten Stufe die Auswirkungen von **Interdependenzen** berücksichtigt.

Das Verfahren startet mit einer **Ausgangslösung**, die mit Hilfe der automatisierten Bewertungen von Wirkungsbereichen sowie manuellen und teilautomatisierten Bewertungen für Wirkungsbereiche mit hoher Bedeutsamkeit für die Entscheidungsfindung erzeugt wird. Hierauf aufbauend, wird für jede Stufe iterativ eine stabile Zwischenlösung bei möglichst geringem Aufwand angenähert. Jeder Iterationsschritt wird mit einer Reihung der Maßnahmen nach ihrer Nutzenbewertung und einer Einteilung in Entscheidungsklassen abgeschlossen. Anhand von **regelbasierten Entscheidungshilfen** werden auf dieser Grundlage die noch erforderlichen Wirkungsermittlungen und -bewertungen identifiziert. Iterationen werden nach Erreichen eines ausreichend stabilen Zwischenergebnisses abgebrochen. Nach Durchlauf der zweiten Verfahrensstufe kann eine **Rückkopplung** zur ersten Stufe mit dem Ziel der weiteren Verbesserung der Robustheit des Ergebnisses erfolgen.

Die Aufwandsreduzierung wird über die Inkaufnahme von Informationsverlusten im Bewertungsergebnis erreicht. Nachfolgend wird dargestellt, wie die Einhaltung eines akzeptablen Maßes an Informationsverlust sichergestellt werden kann.

### 9.2.3 Wirkungs- und Nutzwertermittlung unter Vernachlässigung von Interdependenzen

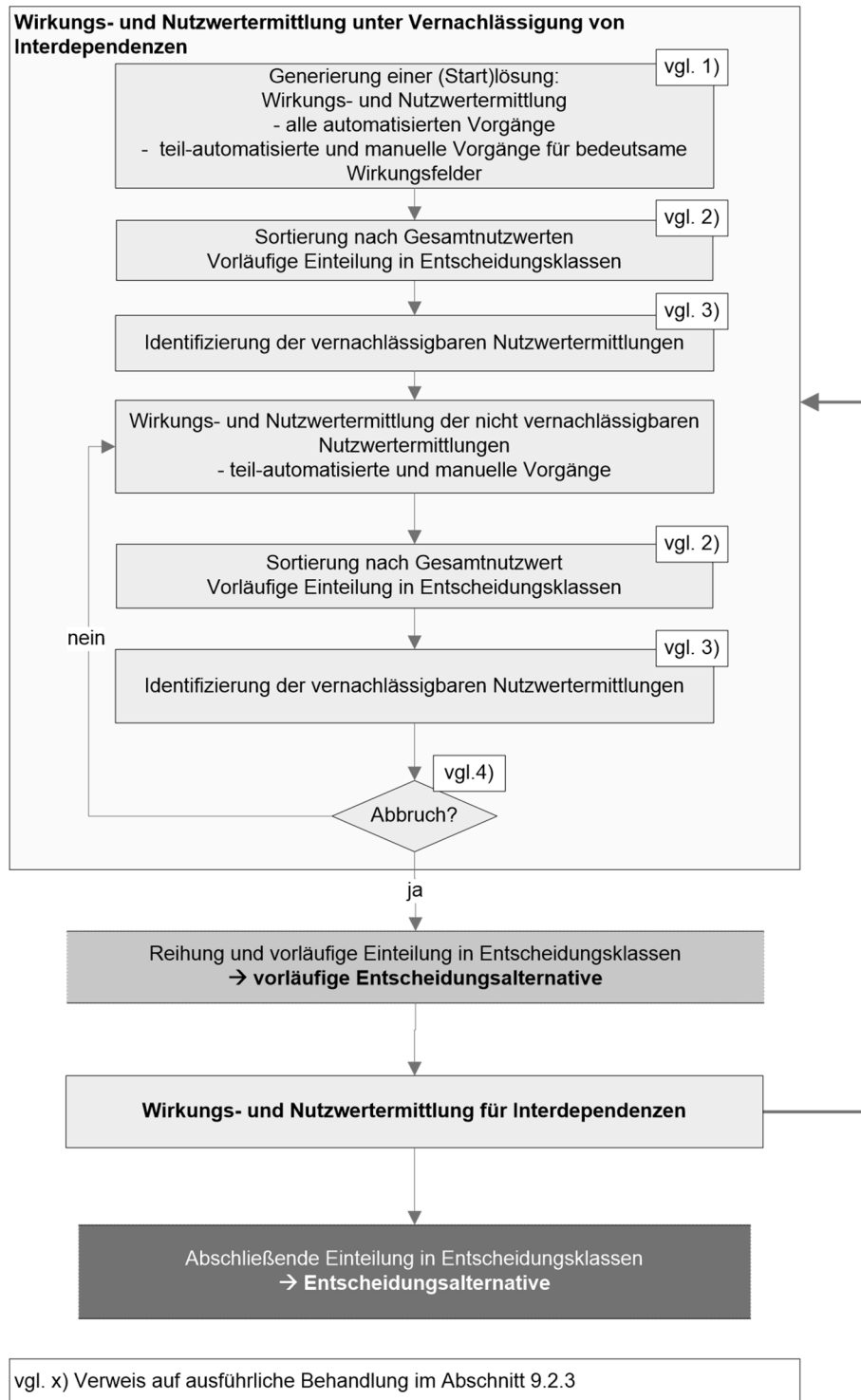


Abbildung 36: Ablaufschema Wirkungs- und Nutzwertermittlung unter Vernachlässigung von Interdependenzen



Eine Detaillierung des Verfahrensablaufs für den Teil der Wirkungs- und Nutzwertermittlung unter Vernachlässigung von Interdependenzen ist in **Abbildung 36** dargestellt. Nachfolgend werden Hinweise zur Festlegung der Verfahrenskomponenten beschrieben:

1. Generierung einer Startlösung
2. Einteilung in Entscheidungsklassen
3. Identifizierung der vernachlässigbaren Nutzwertermittlungen
4. Festlegung von Abbruchkriterien

#### **Zu 1.: Generierung einer Startlösung**

Ziel ist, den Aufwand für die Generierung einer Ausgangslösung und die Bearbeitung der anschließenden Iterationsschritte zu minimieren. Da der Aufwand für Iterationsschritte verhältnismäßig hoch sein wird, ist eine möglichst **gute Startlösung mit vertretbarem Aufwand** zu erzeugen.

Die Festlegung der Wirkungsfelder und Maßnahmenkategorien, die für die Startlösung berücksichtigt werden, liegt im **Ermessen des Anwenders**.

Grundsätzlich sollte die Festlegung nach dem Aufwand, der mit der Bewertung eines Wirkungsfeldes für eine Maßnahme verbunden ist, und entsprechend der Bedeutsamkeit des Wirkungsfelds erfolgen (vgl. **Abbildung 37**). Automatisierte Wirkungsermittlungen und -bewertungen auf der Basis von Datengrundlagen, die mit wenig Aufwand erfasst und aufbereitet werden können, sollten bei der Startlösung berücksichtigt werden. Die Bewertung von Wirkungsfeldern mit erhöhtem Bearbeitungsaufwand sollte in Abhängigkeit der Bedeutsamkeit aufgenommen werden. Die bei der Festlegung der Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern gewonnenen Erkenntnisse (vgl. **Abschnitt 7.3.4**) und Erfahrungen aus vorgehenden Entscheidungsprozessen liefern hierzu Hinweise.

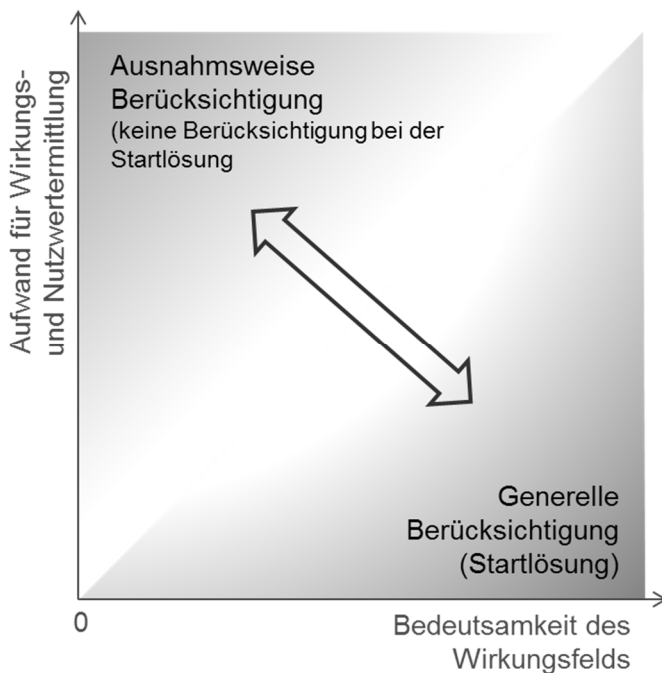


Abbildung 37: Prinzipdarstellung Auswahl eines Wirkungsfelds für die Startlösung nach Bearbeitungsaufwand und Bedeutsamkeit des Wirkungsfelds

### Zu 2.: Festlegung von Entscheidungsklassen

Mit allen Maßnahmen, die einer Entscheidungsklasse zugeordnet sind, werden vom Entscheidungsträger die gleichen Konsequenzen verbunden. Die Entscheidungsklassen geben demnach die Aussagegenauigkeit der Bewertungsergebnisse nach Vorgabe des Entscheidungsträgers wieder. **Je höher die angestrebte Differenzierung, umso mehr Entscheidungsklassen** sind erforderlich.

Die Klasseneinteilung hat Einfluss auf den Aufwand, da die Vermeidbarkeit der Wirkungs- und Nutzwertermittlung eines Wirkungsfeldes für eine Maßnahme von der Frage bestimmt wird, ob die Klassenzugehörigkeit unabhängig vom Ergebnis der Nutzwertermittlung des Wirkungsfelds festgelegt werden kann.

Bei der Dringlichkeitsbewertung wird oft eine **vollständige Rangreihung** der Maßnahmen angestrebt, z.B. um Informationen über die Abarbeitungsreihenfolge zu erhalten. Jeder Entscheidungsklasse entspricht dann in der Regel eine Maßnahme. In diesem Fall ist die Wahrscheinlichkeit, dass auf die Bewertung von Wirkungsfeldern verzichtet werden kann, gering.

Für die Allokationsplanung steht allerdings die Frage nach Realisierung oder zeitlicher Verschiebung der Entscheidung im Vordergrund. Hierzu reicht grundsätzlich die Bildung von **zwei Entscheidungsklassen** aus. In diesem Fall ist die Zulässigkeit, dass auf die Nutzwertermittlung eines Wirkungsfeldes für bestimmte Maßnahmen verzichtet werden kann, deutlich wahrscheinlicher.

In der Praxis wird nicht immer die Anzahl der Entscheidungsklassen auf zwei beschränkt werden können. Wenn z.B. das Budget noch nicht abschließend festgelegt worden ist, kann es sinnvoll sein, eine dritte Klasse für Maßnahmen mit noch „unsicheren“ Entscheidungen zu bilden. Bei der Verfahrensentwicklung sollte für eine Minimierung des Aufwands aber eine **konsequente Reduzierung der Anzahl Entscheidungsklassen** angestrebt werden.

### Zu 3.: Identifizierung der vernachlässigbaren Nutzwertermittlungen

Für eine Maßnahme ist die **Vernachlässigung der Wirkungs- und Nutzwertermittlung für ein Wirkungsfeld dann zulässig**, wenn die maximal mögliche Summe aus bereits ermittelten Nutzwerten und verbleibendem Nutzwert eine **Überschreitung der Klassengrenze für diese Maßnahme nicht zulässt**.

Nachdem die erforderlichen Entscheidungsklassen definiert wurden und eine Startlösung generiert worden ist, können die **Klassengrenzen** festgelegt werden. Im Beispiel wird die Klassenbildung nach „Realisierung“ (positive Entscheidung) und „Verschiebung der Realisierungsentscheidung“ (negative Entscheidung) ermittelt durch:

- Sortierung der Maßnahmen nach dem (vorläufigen) Bewertungsergebnis.
- Bestimmung der Maßnahmen, die bei dem verfügbaren Budget gerade noch bzw. gerade nicht mehr realisiert werden können. Die Nutzwerte für diese Maßnahmen bilden die jeweils unteren und oberen Klassengrenzen.

Anschließend ist für alle Maßnahmen zu prüfen, in welchem Umfang das vorläufige Bewertungsergebnis durch die nicht durchgeführten Ermittlungen maximal positiv oder negativ verändert werden kann. Hierzu müssen Informationen zur **maximal zu erwartenden Wirkungsintensität** für die Maßnahmenkategorien bei den betroffenen Wirkungsfeldern vorliegen. Hierbei ist nach positiven und negativen Bewertungsbeiträgen zu differenzieren.

Auf dieser Grundlage wird festgestellt, für welche Maßnahmen Veränderungen in der Klassenzugehörigkeit auftreten können. Eine Veränderung ist dann möglich, wenn gilt:

$$u_{m,t} + u_{m,\Delta max_{pos}} \geq u_{ug,k+1}$$

und

$$u_{m,t} + u_{m,\Delta max_{min}} \leq u_{og,k-1}$$

(24)

mit:

- $u_{m,t}$             Bereits ermittelte Teilnutzwert der Maßnahme m
- $u_{m,\Delta max_{pos}}$     Maximale positive Nutzwertveränderung für die Maßnahme m bei Berücksichtigung der vernachlässigten Teilnutzwertermittlungen
- $u_{m,\Delta max_{min}}$     Maximale negative Nutzwertveränderung der Maßnahme m bei Berücksichtigung der vernachlässigten Teilnutzwertermittlungen
- $u_{ug,k+1}$            Untere Klassengrenze der nächsthöchsten Entscheidungsklasse k+1
- $u_{og,k-1}$            Obere Klassengrenze der nächstniedrigsten Entscheidungsklasse k-1

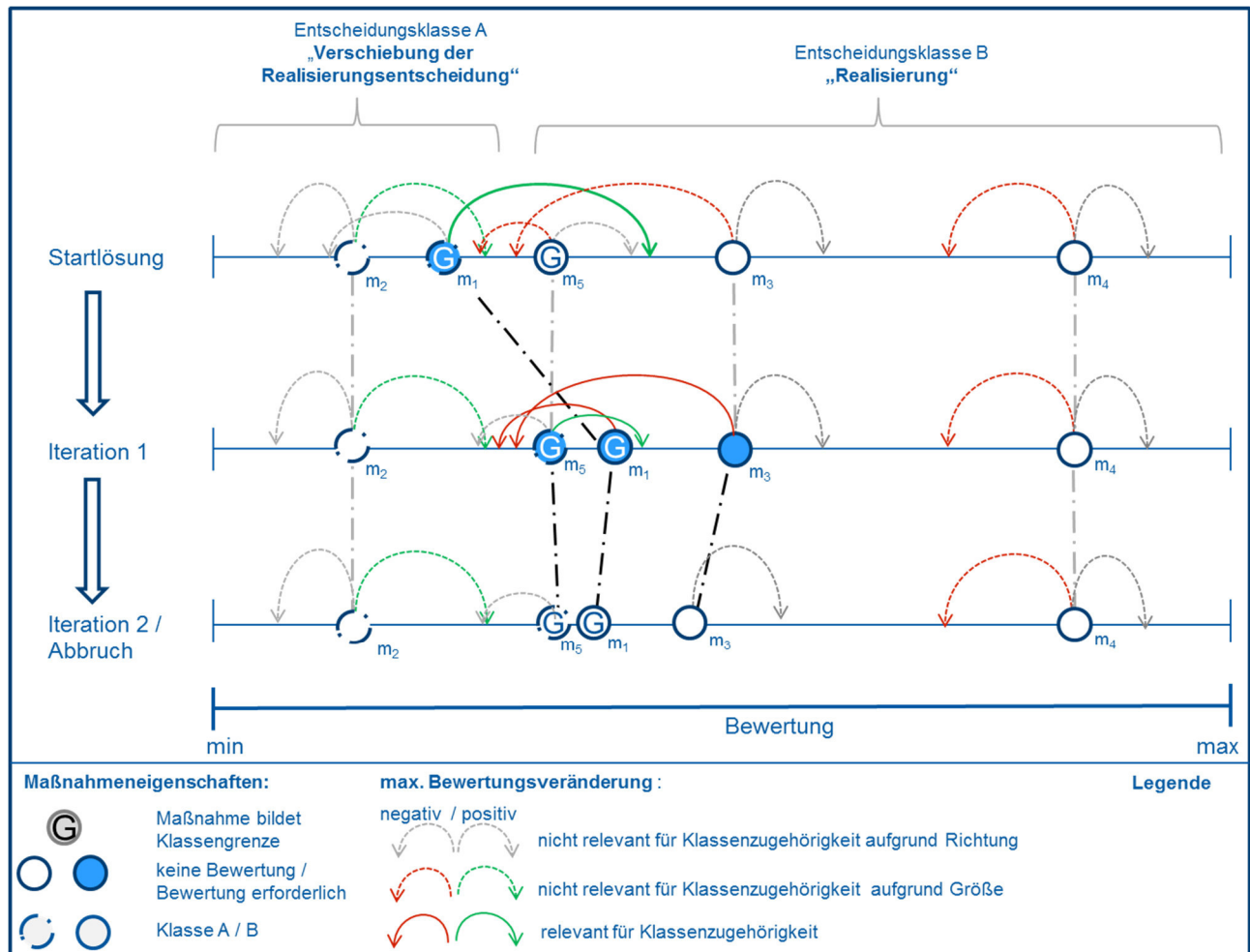


Abbildung 38 Prinzipdarstellung Identifikation von vernachlässigbaren Wirkungsermittlungen und -bewertungen

Für Maßnahmen mit nicht vernachlässigbaren Wirkungen sind anschließend die relevanten Wirkungen zu ermitteln. Als Ergebnis wird ein Teil der Maßnahmen veränderte Nutzwerte

aufweisen, was zu veränderten Nutzwerten für die unteren und oberen Klassengrenzen führen kann. Durch Wiederholung der dargestellten Arbeitsschritte bis zu dem Punkt, ab dem keine Maßnahme mehr eine andere Klassenzuordnung erreichen kann, wird eine stabile Lösung bei reduziertem Arbeitsaufwand erreicht. Das Wirkungsprinzip ist nachfolgend beispielhaft dargestellt (vgl. **Abbildung 38**).

***Beispiel auf der Grundlage von Abbildung 38:***

Nach Berechnung der Startlösung enthält die Entscheidungsklasse A die Maßnahmen  $m_1$  und  $m_2$ . Maßnahme  $m_1$  bildet die obere Klassengrenze der Entscheidungsklasse A. Die Entscheidungsklasse B enthält die Maßnahmen  $m_3$ ,  $m_4$  und  $m_5$ , die Maßnahme  $m_5$  bildet die untere Klassengrenze der Entscheidungsklasse B. Die maximalen Veränderungen der Nutzwertermittlung für die (noch) nicht berechneten Wirkungsfelder sind dargestellt. Die Maßnahmen  $m_2$  und  $m_3$  können potenziell die jeweils eigene Klassengrenze überschreiten, nicht aber die Grenze der jeweils anderen Entscheidungsklasse. Bei maximaler Nutzwertveränderung würden die Maßnahmen daher weiterhin der gleichen Entscheidungsklasse angehören. Eine Berechnung der noch nicht ermittelten Wirkungen ist daher nicht erforderlich. Die Maßnahmen  $m_4$  und  $m_5$  können ihre Rangposition nicht verändern, auch für diese Maßnahmen können daher die Wirkungsermittlung und -bewertung vernachlässigt werden. Nur die Maßnahme  $m_1$  muss zumindest für die positiven Wirkungsbeiträge bewertet werden.

Das Ergebnis des 1. Iterationsschrittes zeigt, dass aufgrund der neuen Rangreihung die Maßnahme  $m_1$  nun der Entscheidungsklasse B als untere Klassengrenze angehört, die Maßnahme  $m_5$  bildet nun die obere Klassengrenze der Entscheidungsklasse A. Aufgrund der veränderten relativen Lage der Maßnahme  $m_1$  auf der Bewertungsskala ist eine Situation entstanden, in der die Maßnahmen  $m_1$ ,  $m_3$  und  $m_5$  die Klassenzugehörigkeit wechseln könnten. Für den zweiten Iterationsschritt sind nun die entsprechenden Wirkungen zu ermitteln und zu bewerten.

Als Ergebnis des Iterationsschritts 2 liegen keine Maßnahmen mehr vor, die ihre Klassenzuordnung verändern könnten. Die Wirkungsermittlung und -bewertung kann daher an dieser Stelle abgebrochen werden. Für die Maßnahmen  $m_2$  und  $m_4$  sind keine weiteren (aufwändigen) Wirkungsermittlungen und -bewertungen erforderlich.

#### **zu 4.: Festlegung von Abbruchkriterien**

Wenn keine Maßnahmen mehr vorliegen, die ihre Klassenzuordnung verändern können, wird die Iteration abgebrochen.

Der Arbeitsaufwand kann weiter beschränkt werden, wenn statt der maximal zu erwartenden Nutzenveränderung diese z.B. um einen Faktor reduziert wird (z.B. 85% der maximalen Nutzenveränderung). Dies geht dann zu Lasten der Robustheit der Bewertungsergebnisse.

#### **9.2.4 Wirkungs- und Nutzwertermittlung für Interdependenzen**

Da die Wirkungsausdehnungen von **Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen** während der Nutzungsphase in der Regel streng lokal begrenzt sind, werden Interdependenzen zwischen diesen Maßnahmenarten in der Regel nur zu erwarten sein, wenn die Maßnahmen in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander geplant sind. Für eine Bewertung der Interdependenzen sind die Kombinationsmöglichkeiten daher begrenzt.

**Neubau- und Erweiterungsmaßnahmen** führen üblicherweise zu einer Verlagerung von Verkehrsbelastungen, ihre Wirkungsausdehnung während der Nutzungsphase ist dadurch im Vergleich zu derjenigen bei Erhaltungs- und Modernisierungsmaßnahmen erheblich größer. Die Überprüfung von Wirkungskombinationen wird bei diesen Maßnahmen schnell zu einer sehr hohen Anzahl an Maßnahmenkombinationen führen, für die die Wirkungsbereiche mit von der Verkehrsbelastung abhängenden Wirkungsindikatoren jeweils unter Berücksichtigung der Abhängigkeiten ermittelt werden müssen.

Für die Berücksichtigung von Interdependenzen ist eine Differenzierung nach der Wirkungsart zu beachten. In **Abschnitt 7.5** wurde bereits die Differenzierung nach **Wirkungsinterdependenzen**, **Bewertungsinterdependenzen** und **Restriktionen** sowie nach **internen und externen Interdependenzen** vorgenommen.

Für Wirkungsinterdependenzen ist eine weitere Differenzierung für die effiziente Wirkungs- und Nutzwernermittlung zweckmäßig.

Bei Wirkungsinterdependenzen werden die **Wirkungsstärken der betroffenen Maßnahmen gegenseitig beeinflusst**. Die Interdependenzwirkungen werden durch die Konstellation der in der aktuellen Entscheidungsperiode zu realisierenden und nicht zu realisierenden Maßnahmen (Maßnahmen mit positiver oder negativer Entscheidung) bestimmt.

Die Kernfrage bei der **effizienten Bewertung von Wirkungsinterdependenzen** ist, ob durch ihre Berücksichtigung die Klassenzuordnung von Maßnahmen verändert werden würde. Gemäß **Abschnitt 8.4.2** sind bei der Nutzenbewertung die Nutzwerte und die bewertungsrelevanten Kosten zu berücksichtigen. Für die Bestimmung einer effizienten Berücksichtigung der internen Wirkungsinterdependenzen sind in der Folge die in **Tabelle 15** dargestellten Aspekte bezüglich Wirkungsraum und Kostenwirksamkeit von Interdependenzen von Bedeutung.

Wirkungsraum von Maßnahmen	Interdependente Kostenwirksamkeit von Maßnahmen	
	Ohne	Mit
Großräumig	Verlagerungswirkungen (Verkehrsbelastungen)	sub- oder superadditive Investitionskosten
Lokal begrenzt	sonstige Wirkungen	

Tabelle 15: Bewertungsrelevante Arten von internen Wirkungsinterdependenzen

Der **Ausdehnung des Wirkungsraums** ist maßgebend für die Anzahl der Maßnahmen, die von Interaktionen betroffen sind. Durch die große Anzahl an potenziell betroffenen Maßnahmen bei einem großräumigen Wirkungsraum ist die Wahrscheinlichkeit relativ gering, dass die Wirkungsermittlung und -bewertung einer solchen Interaktionswirkung vernachlässigt werden kann. Durch gegenseitige Wirkungsüberlagerungen sind die Wirkungsveränderungen außerdem komplex. Diese Art der internen Wirkungsinterdependenz wird daher gesondert im Verfahrensablauf behandelt.

**Kostenwirksame Wirkungsinterdependenzen** können nicht nur Konsequenzen für die Rangordnung einzelner Maßnahmen haben (**Bewertungskriterium**), sondern auch die Menge der Maßnahmen mit positiver bzw. negativer Entscheidung beeinflussen (**Entscheidungskriterium**: bei geringeren Investitionskosten und gleichbleibendem Budget können ggf. mehr Maßnahmen realisiert werden). Obwohl diese Wirkungen im Allgemeinen räumlich begrenzt auftreten, können

sie trotzdem Effekte auf beliebige andere Maßnahmen des Maßnahmenkollektivs haben. Auch diese Art der internen Wirkungsinterdependenz wird daher im Verfahrensablauf gesondert behandelt.

Nachfolgend wird eine **Bearbeitungsfolge für die Ermittlung der unterschiedlichen Arten der Interdependenz** dargestellt, die aufbauend auf den jeweiligen Merkmalen der Interdependenzarten eine Wirkungsermittlung bei reduziertem Bewertungsaufwand erlaubt. Hierzu werden die folgenden Arbeitsschritte durchlaufen (vgl. **Abbildung 39**):

1. Berücksichtigung von internen Restriktionen
2. Bewertung von internen großräumigen Wirkungsinterdependenzen
3. Bewertung von kostenwirksamen internen kleinräumigen Wirkungsinterdependenzen
4. Bewertung von sonstigen internen kleinräumigen Wirkungsinterdependenzen
5. Bewertung von externen Interdependenzen
6. Bewertung von Bewertungsinterdependenzen

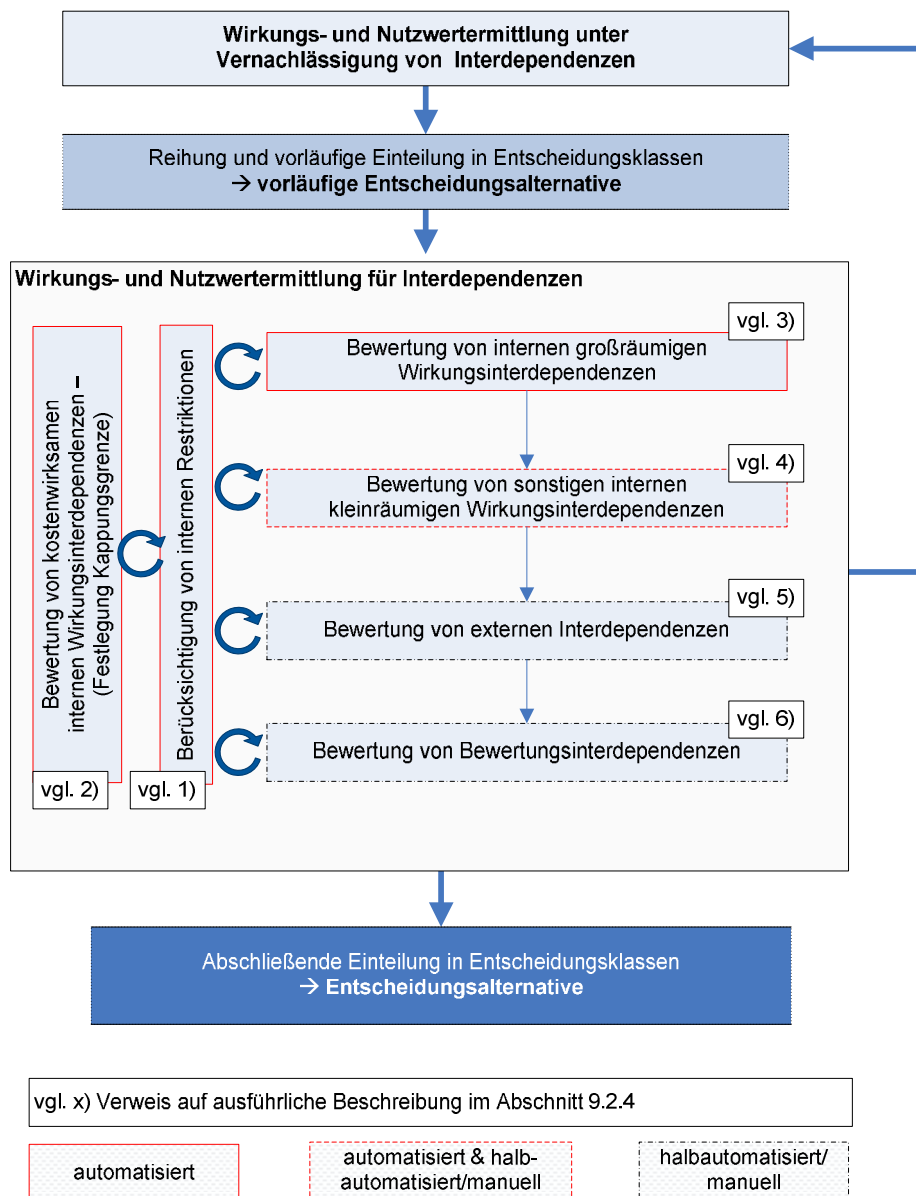


Abbildung 39: Ablaufschema Wirkungs- und Nutzwertermittlung für Interdependenzen

**Zu 1.: Berücksichtigung von internen Restriktionen**

**Restriktionen** sind eindeutige Vorschriften, die für die **Zulässigkeit** der Lösung zu beachten sind. Die Einhaltung von Restriktionen ist daher stets vor Festlegung der (vorläufigen) Entscheidungsalternative(n) zu prüfen (vgl. **Abbildung 39**). Die Wirkungsart von Restriktionen lässt keine Teilprüfungen zu. Ein Ablaufschema für diesen Verfahrensschritt zeigt **Abbildung 40**.

**Restriktionen sind für die Handhabbarkeit des Verfahrens auf ein Minimum zu reduzieren.** Hierauf ist bereits bei der Festlegung von Maßnahmen zu achten (z.B. indem Maßnahmen, die zwingend gemeinsam ausgeführt werden müssen, von vornherein als eine Maßnahme betrachtet werden).

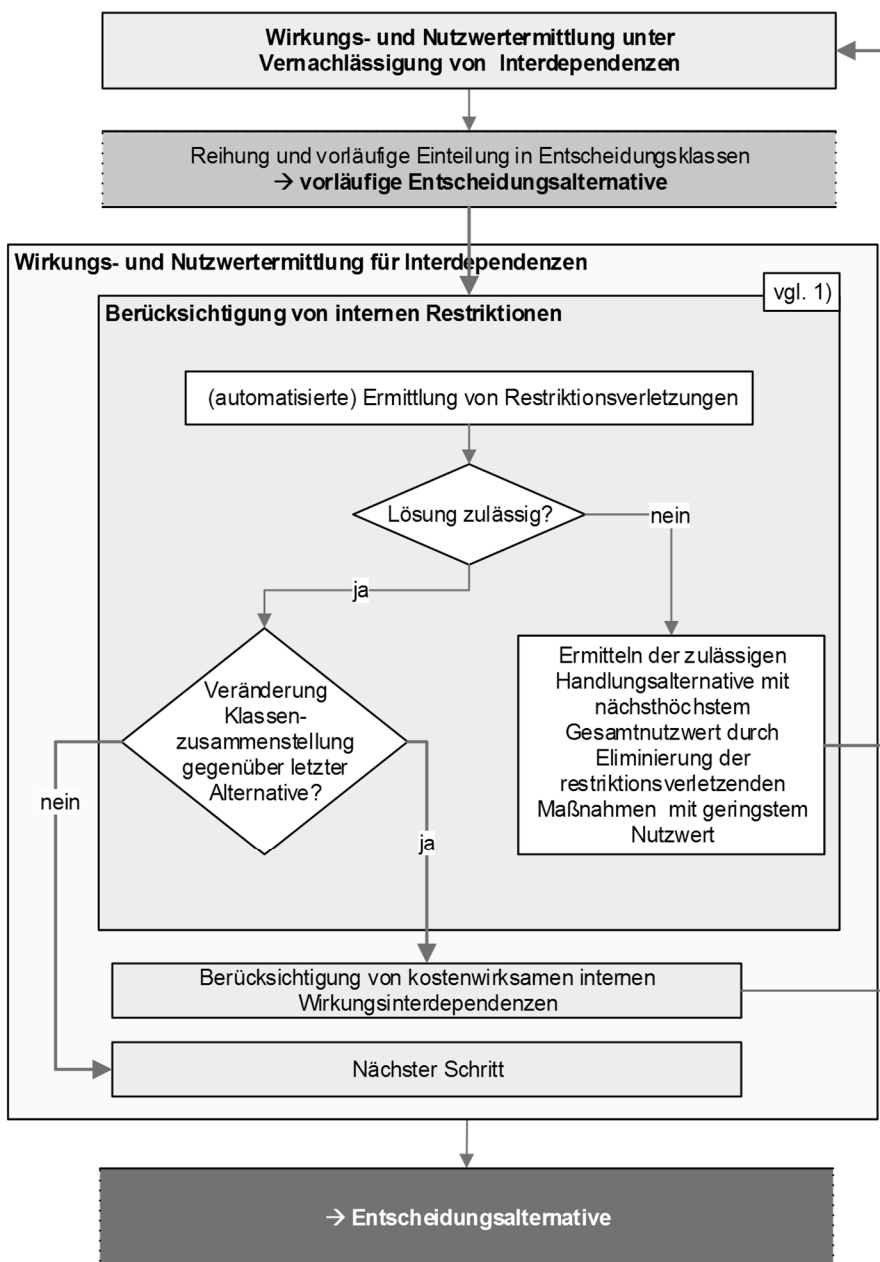


Abbildung 40: Ablaufschema für die Berücksichtigung von internen Restriktionen

Da die Zulässigkeit für jede vorläufige Entscheidungsalternative zu überprüfen ist, sollte dieser Vorgang weitestgehend automatisiert durchgeführt werden können. Dies setzt eine automatische Erkennung und Ausweisung von Restriktionsverletzungen, z.B. mittels einer entsprechenden Informationsversorgung bei der Maßnahmenbeschreibung, sowie ein regelbasiertes Prüfverfahren voraus.

### Zu 2.: Berücksichtigung von kostenwirksamen internen Wirkungsinterdependenzen

Durch Kombination von Maßnahmen können **Synergieeffekte bei den Investitionskosten** entstehen. Diese Interaktionswirkungen sind in der Regel räumlich begrenzt, die Bestimmung der Wirkungsstärke umfasst daher im Allgemeinen jeweils nur wenige Maßnahmen.

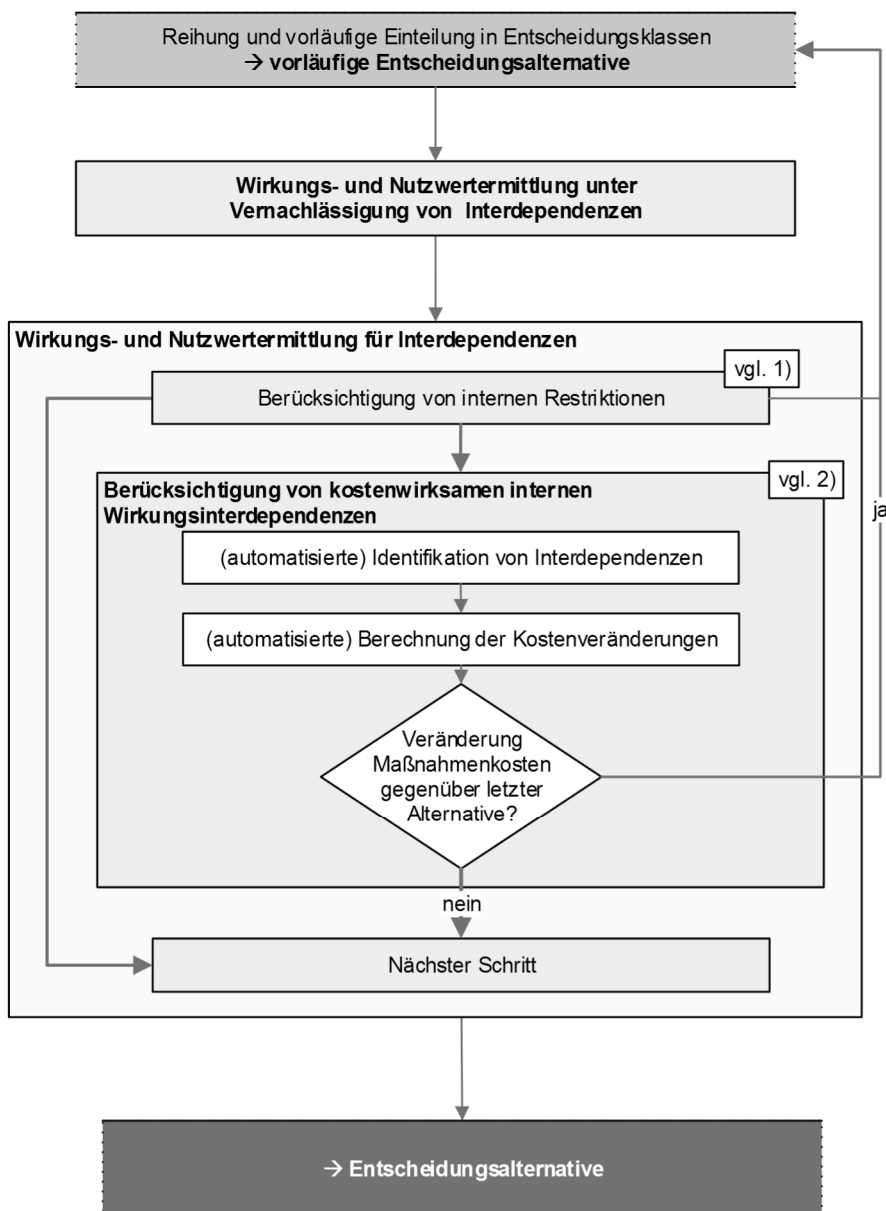


Abbildung 41: Ablaufschema für die Berücksichtigung von kostenwirksamen internen Wirkungsinterdependenzen

Allerdings haben Kostenveränderungen Auswirkungen auf die Festlegung der Klassengrenze zwischen finanzierbaren Maßnahmen und Maßnahmen, die nicht in der aktuellen Entscheidungs-



periode realisiert werden können. Zur Berücksichtigung dieses Effekts muss die Veränderung der Investitionskostensumme über alle Maßnahmen bekannt sein, was eine **wirksame Aufwandsreduzierung durch Vernachlässigung dieser Art von Interaktionen für ausgewählte Maßnahmen nicht zulässt**.

Auch dieser Arbeitsschritt sollte nach Möglichkeit bei der Generierung von vorläufigen Entscheidungsalternativen stets überprüft werden und daher weitestgehend automatisiert durchgeführt werden können. Eine automatische Erkennung und Ermittlung der Wirkungsinterdependenzen erfordert eine entsprechende Informationsversorgung bei der Maßnahmenbeschreibung und die Implementation von regelbasierten Prüfverfahren mit Rückkopplung zur Nutzwurtermittlung (vgl. **Abbildung 41**).

### **Zu 3.: Berücksichtigung von internen großräumigen Wirkungsinterdependenzen**

Durch die große Anzahl an potenziell betroffenen Maßnahmen bei einem **großräumigen Wirkungsraum** ist die Wahrscheinlichkeit relativ groß, dass hierdurch mit Maßnahmen interagiert wird, deren Klassenzugehörigkeit in der Folge verändert werden könnte. Entsprechend ist die Wahrscheinlichkeit relativ gering, dass die Wirkungsermittlung und -bewertung einer solchen Interaktionswirkung vernachlässigt werden kann. Ferner überlagern diese Interaktionswirkungen sich gegenseitig, was zu einer zusätzlichen Komplexität bei der Bestimmung der Vernachlässigbarkeit führt.

Für diese großräumigen Wirkungsinterdependenzen wird daher **eine umfassende Ermittlung der Veränderungen von Wirkungsgrundlagen unter Berücksichtigung der (vorläufigen) Entscheidungsalternative** vorgeschlagen.

Anschließend kann anhand der absoluten und prozentualen Veränderungen von relevanten Wirkungswerten festgelegt werden, für welche Maßnahmen eine Neuermittlung und -bewertung durchzuführen ist.

Für das Beispiel der Verkehrsverlagerungen bei kapazitativen Maßnahmen bedeutet dies, dass die Verkehrsbelastungen im Straßennetz unter Berücksichtigung einer Realisierung aller Maßnahmen, die nach der (vorläufigen) Entscheidung positiv bewertet wurden, neu berechnet werden. Anschließend wird bestimmt, für welche Maßnahmen aufgrund deren vorläufiger Bewertung, der Bedeutsamkeit und der Wirkungsrichtung von verkehrsbelastungsabhängigen Wirkungsbereichen sowie aufgrund der Verkehrsbelastungsveränderungen gegenüber der vorläufigen Entscheidungsalternative eine erneute Wirkungs- und Nutzwurtermittlung erforderlich ist.

Für diese Maßnahmen sind dann Wirkungsermittlung und -bewertung nach Ablaufschema bei isolierter Maßnahmenbetrachtung (teilweise) neu zu ermitteln (vgl. **Abbildung 42**).

Voraussetzung für die Berücksichtigung von Verkehrsverlagerungen ist, dass als Grundlage des Verfahrens ein **geeignetes Modell** vorliegt, mit dem die Belastungsverlagerungen bei veränderter Netzkonstellation beurteilt werden können. Damit die Konsistenz der Ergebnisse im Verfahrensverlauf gewährleistet ist, sollten die für die Startlösung verwendeten Verkehrsbelastungen immer relational zu den modellhaft ermittelten Belastungsveränderungen angepasst werden. Für eine effiziente Anpassung eines Verkehrsmodells an die unterschiedlichsten Netzzustände sind je nach Hersteller des Verkehrsmodells Werkzeuge verfügbar.

Die **Iterationsschleife kann bei weiträumigen Interaktionswirkungen zu einer massiven Aufwandssteigerung führen**. Dies wird in der Praxis nur bewältigbar sein, wenn die iterativen Wirkungs- und Nutzwurtermittlungen weitestgehend automatisiert erfolgen können. Ist dies nicht der Fall, da z.B. nicht für alle verkehrsbelastungsabhängigen Wirkungsfelder eine quantifizierte

Formalisierung möglich ist, ist der Arbeitsaufwand zu begrenzen, z.B. über die Anzahl der Iterationsschritte oder durch Verzicht auf die Wirkungs- und Nutzwertermittlung für zwischenliegende Iterationsschritte für diese Wirkungsfelder.

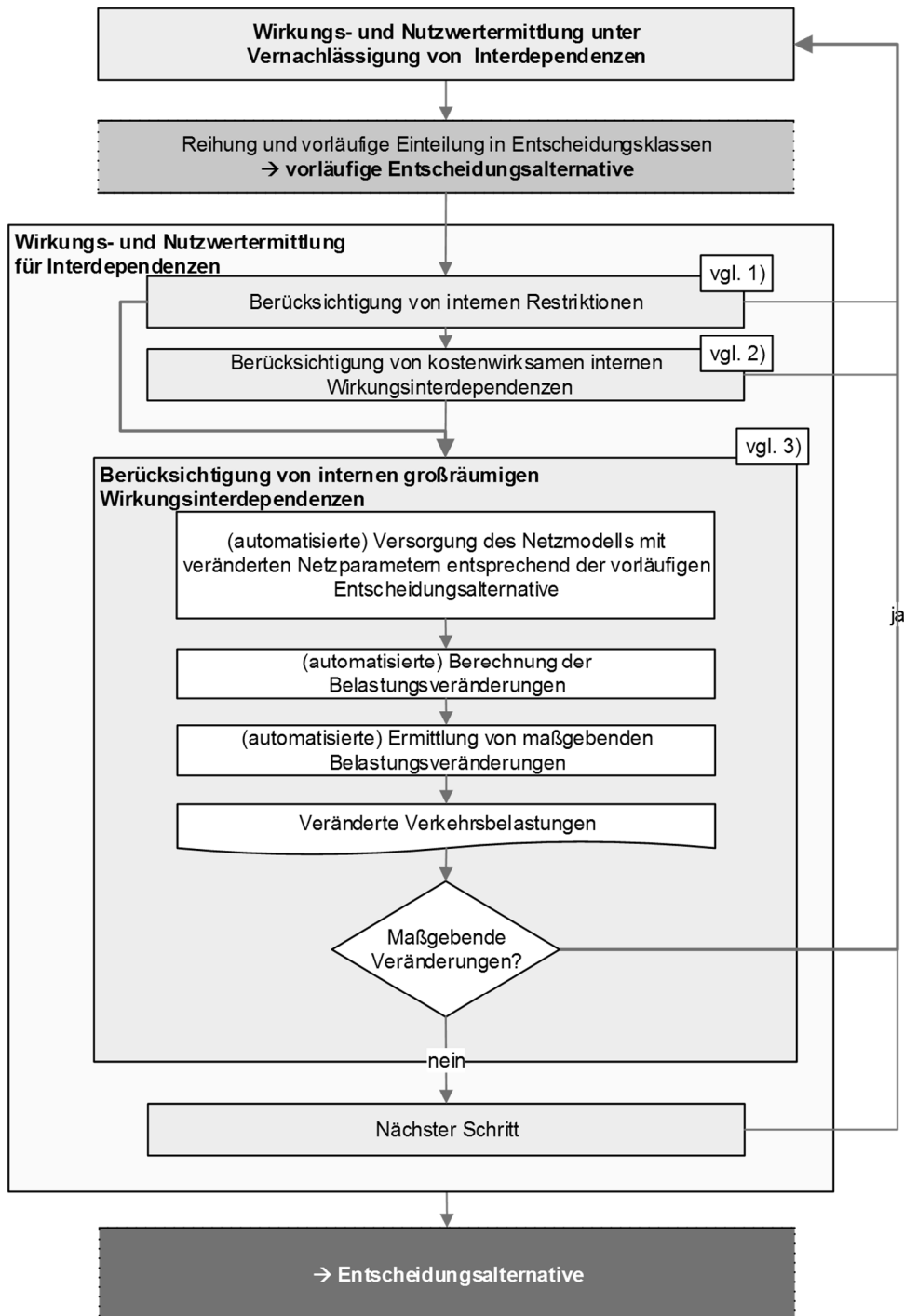
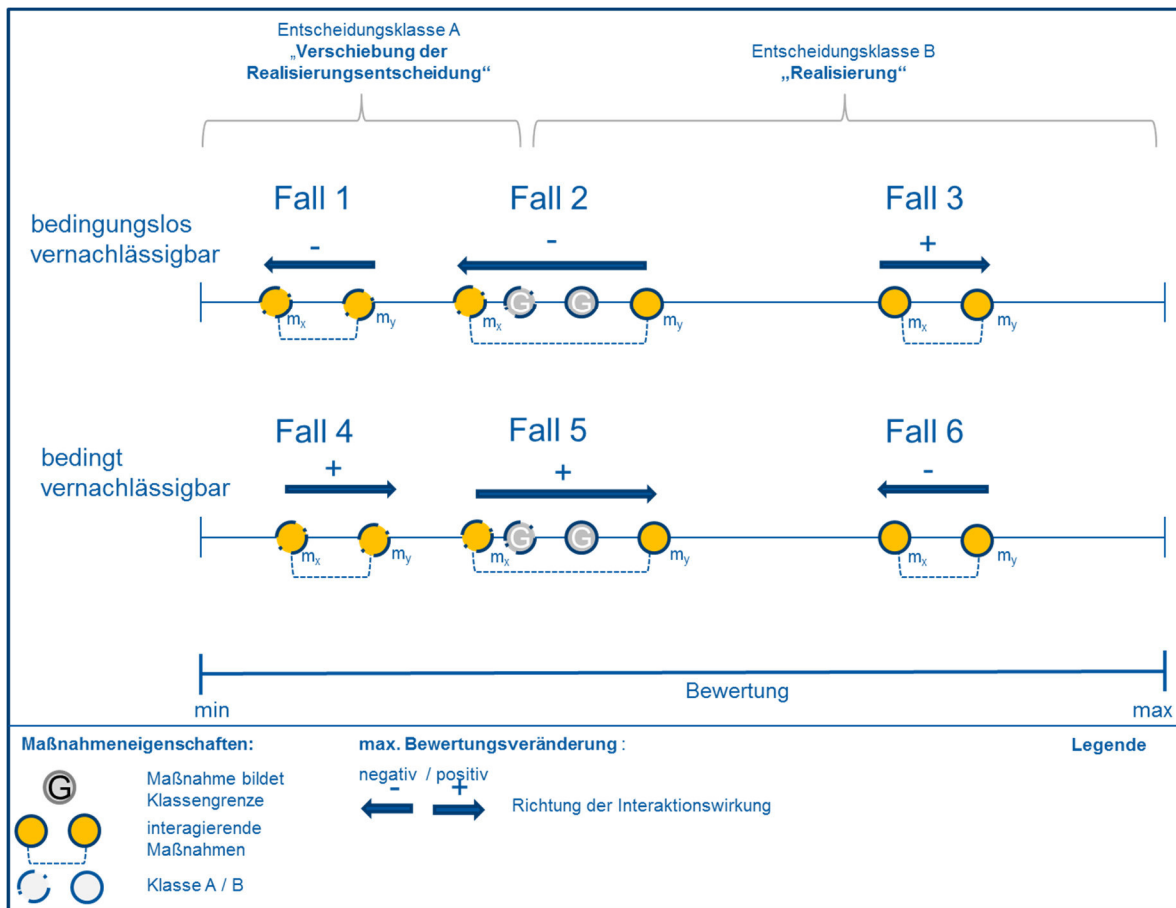


Abbildung 42: Ablaufschema für die Berücksichtigung von internen großräumigen Wirkungsinterdependenzen

#### Zu 4.: Berücksichtigung von sonstigen internen Wirkungsinterdependenzen

Ein **lokal begrenzter Wirkungsraum** einer Interaktionswirkung führt zu wenigen betroffenen Maßnahmen und erhöht die Wahrscheinlichkeit, dass die Interaktionswirkung vernachlässigt werden kann.



### Fall Bedingung für Vernachlässigbarkeit

**Fall 1 /** Bedingungslos vernachlässigbar.

**Fall 2**

**Fall 3** Bei einer Entscheidungsklasse für Maßnahmen mit positiver Entscheidung: bedingungslos vernachlässigbar. Bei mehreren Entscheidungsklassen für Maßnahmen mit positiver Entscheidung: vernachlässigbar, wenn beide Maßnahmen bereits der höchsten Klasse zugeordnet sind.

**Fall 4** Nicht vernachlässigbar, wenn der zusätzliche Nutzen durch Interdependenzen so auf beide Maßnahmen verteilt werden kann, dass ein Wechsel der Klassenzuordnung für beide Maßnahmen möglich ist.

**Fall 5** Nicht vernachlässigbar, wenn der zusätzliche Nutzen durch Interdependenzen bei einer positiven Entscheidung für beide Maßnahmen so hoch ist, dass bei einer alleinigen Anrechnung dieses Zusatznutzens auf eine Maßnahme diese die Entscheidungsklasse wechselt.

**Fall 6** Nicht vernachlässigbar, wenn die Nutzenabnahme durch Interdependenzen so hoch ist, dass bei einer alleinigen Anrechnung dieses wegfallenden Nutzens auf eine Maßnahme diese die Entscheidungsklasse wechselt.

Abbildung 43: Typisierung von Entscheidungsfällen für die Bestimmung der Vernachlässigbarkeit von internen Wirkungsinterdependenzen

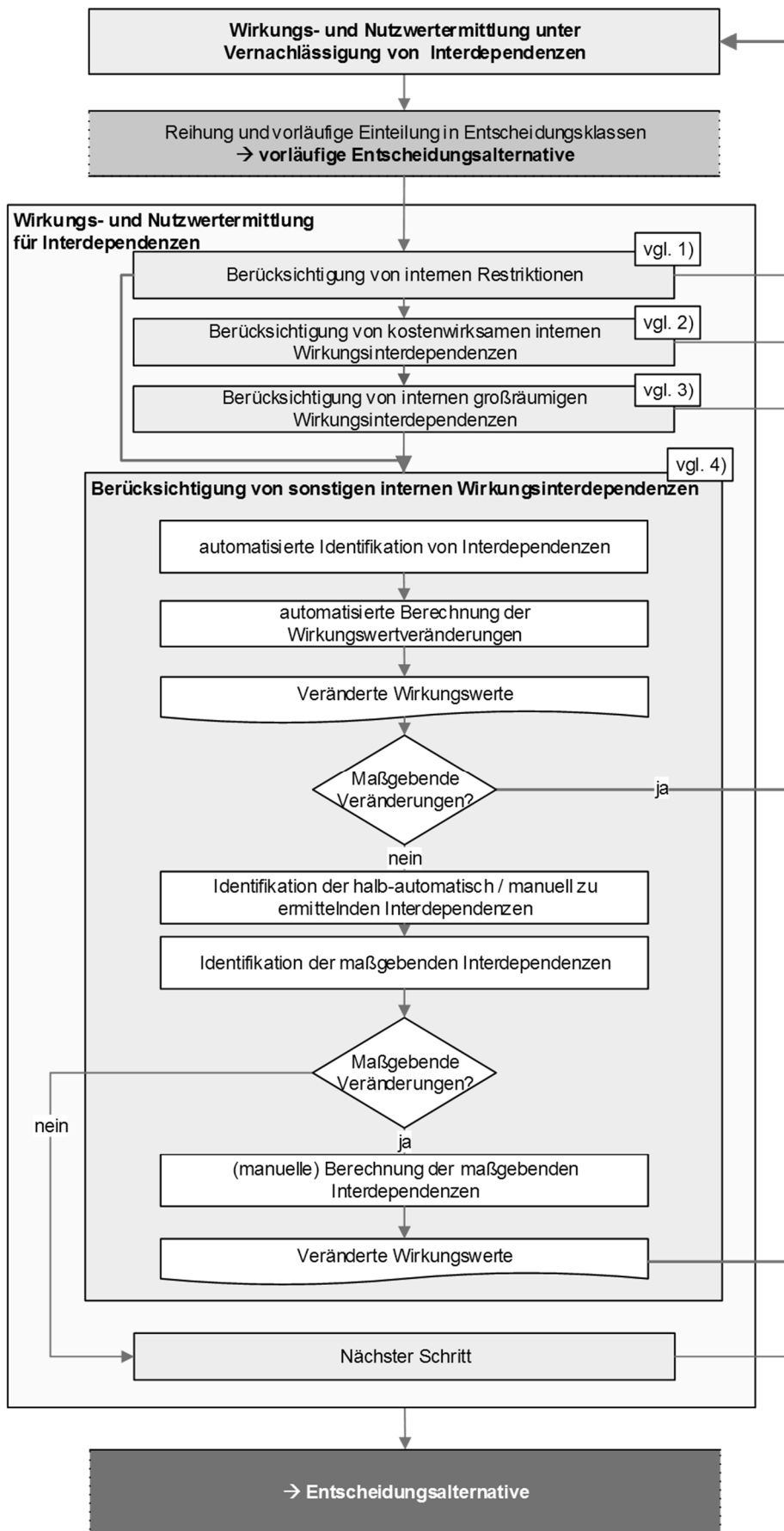


Abbildung 44: Ablaufschema für die Berücksichtigung von sonstigen internen Wirkungsinterdependenzen

In **Abbildung 43** sind die **Entscheidungsfälle für die Feststellung der Vernachlässigbarkeit** von Interdependenzen dargestellt. Hierbei wird vorausgesetzt, dass Interdependenzen nur bei Realisierung aller interagierenden Maßnahmen auftreten. Wird eine der interagierenden Maßnahmen nicht realisiert, treten bei keiner der interagierenden Maßnahmen Interdependenzen auf. Bei mehr als zwei interagierenden Maßnahmen kann es daher erforderlich sein, mehrere Teilinterdependenzen zu bilden.

Ein Problem stellt oft die **Zuordnung der Nutzwertzu- oder -abnahmen durch Interdependenzwirkungen auf die einzelnen interagierenden Maßnahmen** dar. Für die Fallbeispiele sind in **Abbildung 43** Vorschläge dargestellt, wie dies im Einzelfall erfolgen kann.

#### **Zu 5.: Berücksichtigung von externen Interdependenzen**

Für **externe Interdependenzen** können im Gegensatz zu internen Interdependenzen keine abschließenden Wirkungsermittlungen durchgeführt werden, da diese Interaktionswirkungen von der Entscheidungsfindung Dritter mitbestimmt werden. Erst wenn die Interaktionswirkung durch eine unveränderliche Entscheidung auf Seiten Dritter fixiert ist, kann sie abschließend berücksichtigt werden (ist dann im Sinne dieser Arbeit jedoch keine interdependente Wirkung).

**Externe Interdependenzen** können **vernachlässigt** werden, wenn hierdurch die Klassenzugehörigkeit einer Maßnahme nicht verändert werden kann, die eigene positive oder negative Entscheidung also unabhängig von der positiven oder negativen Entscheidung Dritter ist.

Wenn eine **externe Interdependenz nicht vernachlässigbar** ist, ist im einfachsten Fall (einfache Abhängigkeit mit einer Maßnahme Dritter) eine weitere Entscheidungskonstellation relevant. Davon ausgehend, dass eine von beiden Entscheidungsmöglichkeiten für die Maßnahme Dritter bereits bei der Bewertung der eigenen Maßnahme berücksichtigt worden ist, ist die Konstellation mit veränderter Entscheidung für die externe Maßnahme Dritter zu bewerten. Verändert sich die Zugehörigkeit der Entscheidungsklasse für die Maßnahme nicht, kann die Interdependenz vernachlässigt werden. Tritt eine Veränderung ein, ist für die Maßnahme aufgrund der Unsicherheit die Klassenzuordnung nicht eindeutig möglich. Vernachlässigbare Wirkungen werden dabei analog zu 3) ermittelt.

Unsicherheiten können reduziert werden, indem die Entscheidung Dritter aufgrund von **Erfahrungswerten** mit hoher Wahrscheinlichkeit bestimmt werden kann und eine **Koordinierung mit dem Entscheidungsträger Dritter** erfolgt. Wie mit verbleibenden Unsicherheiten durch externe Interdependenzen umgegangen werden kann, wird im **Abschnitt 9.3** dargestellt.

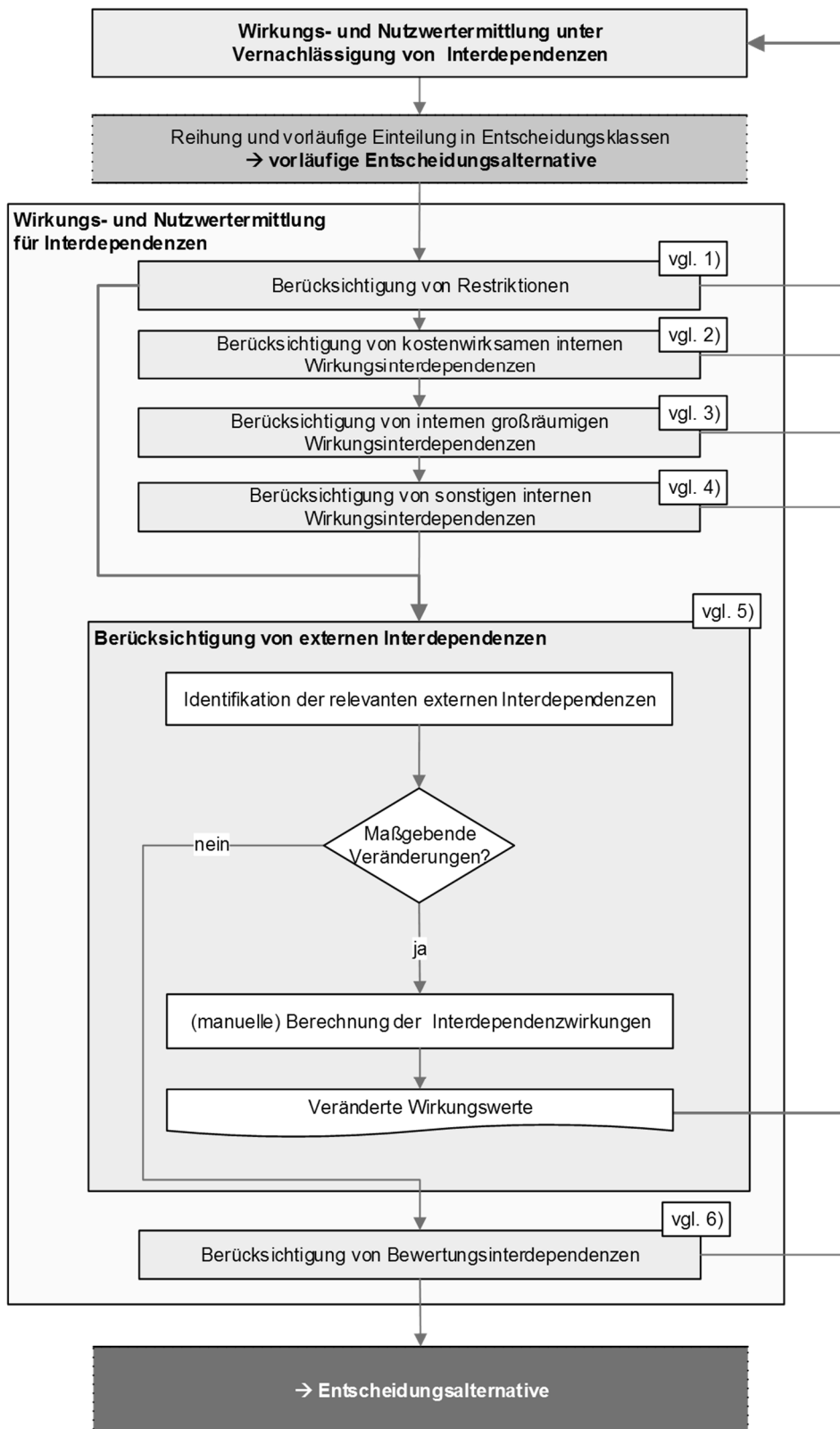


Abbildung 45: Ablaufschema für die Berücksichtigung von externen Interdependenzen

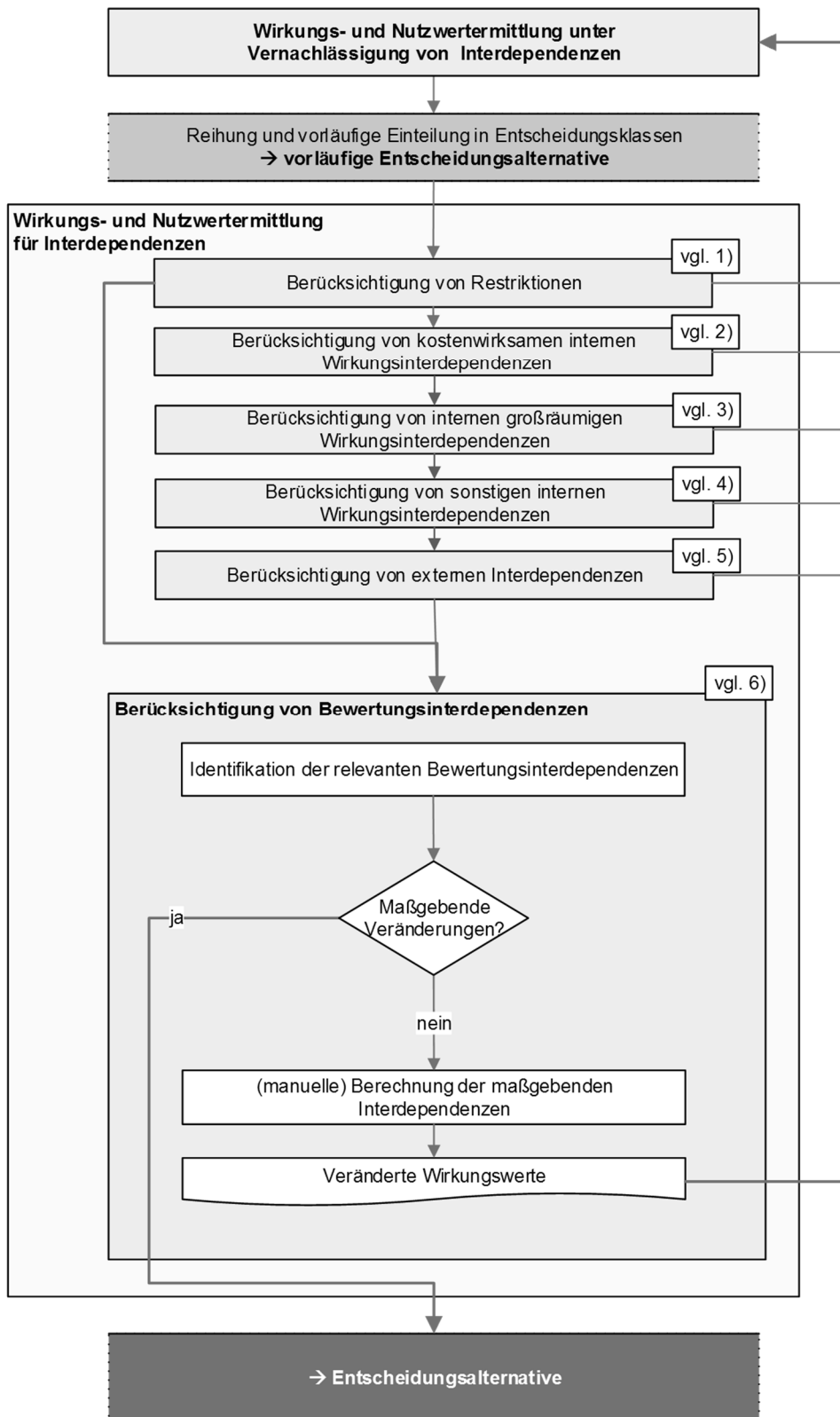
**Zu 6.: Berücksichtigung von Bewertungsinteraktionen**

Abbildung 46: Ablaufschema für die Berücksichtigung von Bewertungsinterdependenzen

Wird die Nutzenbewertung einer Maßnahme durch positive und/oder negative Entscheidungen für eine oder mehrere andere Maßnahme(n) verändert, sind **Bewertungsinteraktionen** zu

berücksichtigen. Diese Interaktionsart verändert demnach nicht die Wirkungsstärken einer Maßnahme, sondern die Bewertung (Wertschätzung) dieser Wirkungsstärken. Bewertungsinteraktionen erfordern die Einbeziehung der Entscheidungsebene.

Die automatisierte Berücksichtigung von Bewertungsinteraktionen setzt eindeutige und operationalisierbare Vorgaben der Entscheidungsebene voraus. Aufgrund der Vielzahl von möglichen Wirkungs- und Entscheidungskonstellationen wird dies in der Regel nicht abschließend möglich sein. In der Praxis erfordert die Berücksichtigung von Bewertungsinteraktionen daher (subjektive, argumentativ begründete) **Einzelentscheidungen unter direkter Beteiligung der Entscheidungsebene**. Aufgrund des hiermit verbundenen Aufwands sollte dieser Schritt daher nicht oder nur über wenige iterative Schleifen im Verfahrensablauf eingebunden werden.

### 9.2.5 Konkretisierung von Verfahrenskomponenten der Wirkungs- und Nutzwertermittlung

Für die Implementation des Verfahrens sind die oben beschriebenen Verfahrenskomponenten zu konkretisieren.

Für automatisierte Verfahrensteile sind entsprechende Algorithmen zu entwickeln und in einer geeigneten **Programmiersprache** zu implementieren. Bei der Wahl der Programmiersprache soll insbesondere auf die Unterstützung von Schnittstellen zwischen verschiedenen Programmsystemen, die im Verfahrensablauf zum Einsatz kommen sollen, geachtet werden. Diese Arbeitsschritte steht in enger Wechselwirkung mit dem Aufbau des Datenhaltungssystems (vgl. **Abschnitt 10.2**).

Programmierarbeiten sind insbesondere für die automatisierbaren Wirkungsermittlungen und die in **Abbildung 39** dargestellten automatisierbaren Verfahrenskomponenten bei der Wirkungsermittlung für Interdependenzen erforderlich. Generell sollte angestrebt werden, die auf der Wirkungsermittlung aufbauende **Nutzwertermittlung vollständig zu automatisieren**. Die Ergebnisse sind dabei so zu dokumentieren, dass sie auch für künftige Anwender des Verfahrens nachvollzogen werden können. Aufgrund der komplexen Anforderungen an die Arbeitsschritte im Rahmen der Automatisierung von Verfahrensteilen ist die Beteiligung von entsprechenden Fachleuten u.U. sinnvoll.

Für nicht- oder nur zum Teil automatisierbare Verfahrenskomponenten sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung Regelungen aufzustellen. Anzustreben ist, dass diese **Regelungen eine eindeutige und objektive Durchführung der jeweiligen Arbeitsschritte durch den Verfahrensanwender unterstützen**, was zudem eine interpersonelle Überprüfbarkeit der Ergebnisse erlaubt. Diese Regelungen sind auf geeignete Weise zu dokumentieren. Für die Handhabbarkeit des Verfahrens bietet es sich an, die Regelungen für die Anwendung und die Begründung für die getroffenen Festlegungen gesondert zu dokumentieren.

Die **Fehlerfreiheit** der erstellten Verfahrenskomponenten sollte durch **Testdurchläufe** in ausreichendem Umfang sichergestellt werden. Durch einen modularen Aufbau des Verfahrens können am Anfang der Verfahrensentwicklung einzelne Komponenten – ggf. mit fiktiven Datensätzen – geprüft werden. Bevor das Verfahren implementiert wird, ist eine Überprüfung des fehlerfreien Zusammenwirkens der einzelnen Verfahrenskomponenten sicherzustellen.

Die **Ausgabe von Ermittlungsergebnissen** soll im Sinne einer effizienten Verfahrensgestaltung ebenfalls weitestgehend automatisiert werden. Hierzu sind geeignete Ausgabeformen (Tabellen, Grafiken) vorzubereiten. Zur Verbesserung der Überprüfbarkeit ist es sinnvoll, Ausgabemöglichkeiten für bestimmte Verfahrenskomponenten, Ermittlungsschritte und Aggregationsebenen vorzusehen.



Bei der Verfahrensentwicklung ist der Entscheidungsträger bei mehreren Festlegungen einzubeziehen. Insbesondere die folgenden Verfahrenskomponenten bedürfen der abschließenden Festlegung durch den Entscheidungsträger:

- Anzahl und Aussagekraft von Entscheidungsklassen
- Definition von Abbruchkriterien

Für eine effiziente Verfahrensgestaltung ist (ggf. über die Einbindung der Entscheidungsebene) sicherzustellen, dass die Informationsversorgung eine automatisierte Verarbeitung von Informationen erlaubt. Dies betrifft insbesondere auch die Information zur Bestimmung der Einhaltung von Restriktionen und kostenwirksamen internen Restriktionen.

### **Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Abschnitt 9.2: Effiziente Strukturierung der Wirkungs- und Nutzwertermittlung

- ⇒ Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung ist zur Sicherstellung eines vertretbaren Aufwands eine Heuristik zu entwickeln, welche eine robuste und nachvollziehbare Entscheidungsfindung bei vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung von manuellen und teilautomatisierten Methoden erlaubt.
- ⇒ Über ein iteratives Verfahren, anhand dessen, ausgehend von einer Startlösung, die Wirkungs- und Nutzwertermittlung stufenweise für relevante Maßnahmen bzw. Wirkungsfelder verdichtet wird, kann der erforderliche Ermittlungsaufwand reduziert werden. Dieses Verfahren führt nicht zwingend zu einer optimalen Lösung, erlaubt aber im Allgemeinen zumindest eine gute Näherung.
- ⇒ Wichtige Festlegungen, in die auch der Entscheidungsträger einzubinden ist, betreffen die Anzahl der bewertungsrelevanten Entscheidungsklassen, die Definition von Abbruchkriterien sowie die Spezifikation von automatisierten und manuellen Bearbeitungsschritten.
- ⇒ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung sollte ein hoher Automatisierungsgrad angestrebt werden. In diesen Zusammenhang ist die Etablierung von geeigneten Prozeduren zur Informationsbereitstellung eine wichtige Aufgabe der Verfahrensentwicklung.
- ⇒ Restriktionen und kostenwirksame Interdependenzwirkungen sollten aufgrund ihrer Bedeutung für das Bewertungsergebnis stets vollständig berücksichtigt werden. Die Ermittlung von entsprechenden Interdependenzen ist deshalb weitestgehend zu automatisieren.
- ⇒ Eine vollständige Automatisierung aller Arbeitsschritte wird in der Praxis nicht möglich sein. Manuelle Tätigkeiten sind für eine effiziente Verfahrensweise an geeigneter Stelle im Verfahrensablauf zu verankern.
- ⇒ Die effiziente Strukturierung des Verfahrens steht in enger Wechselwirkung mit der Entwicklung des Datenhaltungssystems.
- ⇒ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist die fehlerfreie Umsetzung der spezifizierten Bearbeitungsschritte durch Testläufe sicherzustellen.
- ⇒ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist auf geeignete Datenausgabemöglichkeiten zu achten.

## 9.3 Robuste Strukturierung der Maßnahmenbewertung und -auswahl

### 9.3.1 Vorbemerkungen

Die systematische Berücksichtigung von Unsicherheit ist als eine typische Aufgabe für die Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung anzusehen (vgl. **Abschnitt 5.4**). In diesem Abschnitt werden Ansätze zur Beherrschung der vorhandenen Unsicherheiten mit dem Ziel, eine robuste Entscheidungsgrundlage zu erreichen, behandelt. Die systematische Berücksichtigung von Unsicherheiten steht jedoch nicht im Fokus von Bewertungsverfahren der Verkehrsplanung. Hierdurch kann daher nur in beschränktem Umfang auf vorliegende Erfahrungen und Richtwerte zurückgegriffen werden.

Als Grundlage für die anschließenden Darstellungen werden in **Abschnitt 9.3.2** Hinweise für die Konkretisierung der Robustheitsanforderungen unter Berücksichtigung des Kontexts einer Entscheidungsfindung dargestellt. Hierauf aufbauend, werden Hinweise zur Operationalisierung von Robustheitskriterien abgeleitet (**Abschnitt 9.3.3**). Anschließend wird die Einbindung von Sensitivitätsanalysen im Verfahrensablauf als Möglichkeit zur Bestimmung der Robustheit des Verfahrens skizziert (**Abschnitt 9.3.4**). Die Strukturierung des Verfahrens als eine rollierende Planung sowie risikoanalytische Ansätze zur Reduzierung der Unsicherheit der Verfahrensergebnisse werden in **Abschnitt 9.3.5** behandelt.

### 9.3.2 Konkretisierung der Robustheitsanforderung

Die erforderliche Robustheit des Verfahrens wird im Wesentlichen von der **Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers** bestimmt.

Bei Entscheidungen mit weitreichendem und hohem Mitteleinsatz ist nach (SCHOLL 2001) von einer **Risikoaversion** des Entscheidungsträgers auszugehen. Das Risiko betrifft die Wahrscheinlichkeit von (im Nachhinein feststellbaren) fehlerhaften Entscheidungen. Die Risikoaversion manifestiert sich darin, dass der Entscheidungsträger versucht, sich möglichst weitgehend **gegen negative Folgen von unsicheren Entwicklungen abzusichern**.

Die Ergebnisse eines Bewertungsverfahrens als Entscheidungshilfe sollten daher die Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers berücksichtigen. Der Entscheidungsträger ist hierzu in die Lage zu versetzen, eine **Risikoeinschätzung** über mögliche Fehlentscheidung infolge von Datenunsicherheiten oder vereinfachten Wirkungsermittlungen vorzunehmen. Der Entscheidungsträger muss in die Lage versetzt werden, eine **befriedigende Entscheidung unter Kenntnis der verbleibenden Risiken** zu treffen.

In der Praxis dürfte sich das Bedürfnis eines Entscheidungsträgers, gegen negative Folgen abgesichert zu sein, insbesondere auf Folgewirkungen beziehen, die im **Verantwortlichkeitsbereich** des Entscheidungsträgers liegen. Die Risikoaversion eines Entscheidungsträgers wird in der Regel ausgeprägter sein, wenn das Risiko einer Fehlentscheidung z.B. durch Datengrundlagen oder Bewertungsmethoden, die im Verantwortungsbereich des Entscheidungsträgers erhoben bzw. erstellt worden sind, entsteht.

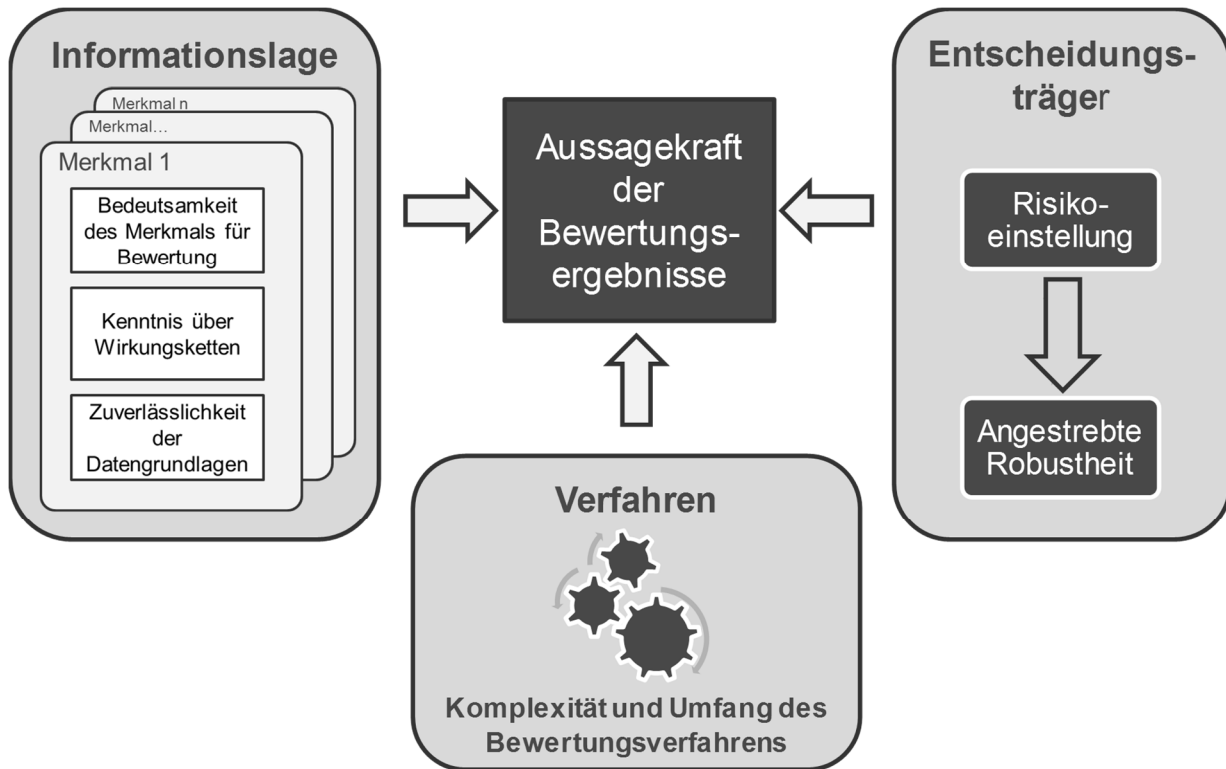


Abbildung 47: Zusammenhang zwischen Risikoeinstellung des Entscheiders; Unsicherheiten und Komplexität des Entscheidungsverfahrens

Von Bedeutung ist ferner, ob sich die Folgen von unerwarteten Entwicklungen auch als solche (im Nachhinein) manifestieren können und ob diese Folgen schwerwiegend sind. Für die Akzeptanz eines Bewertungsverfahrens sind diese Aspekte bei der Beurteilung der Robustheit eines Verfahrens einzubeziehen.

Ein wesentlicher Ansatz für die Festlegung eines Anspruchsniveaus bezüglich der Robustheit eines Bewertungsverfahrens ist, ob die Zielsetzung (z.B. Erreichung eines maximalen Gesamtnutzens) eingehalten wird (**Optimalitätsrobustheit**). Die Einhaltung lässt sich in der Praxis aber ex post nicht oder nur sehr eingeschränkt verifizieren. Eine Überprüfung des tatsächlich erreichten Gesamtnutzens des zur Realisierung ausgewählten Maßnahmenkollektivs ist im Nachhinein praktisch kaum möglich. Der Gesamtnutzen von Alternativen und nicht gewählten Maßnahmenkollektiven umfasst darüber hinaus nicht realisierte Maßnahmen, deren Wirkungen grundsätzlich nicht verifiziert werden können. Die Robustheit in Bezug auf das optimale Ergebnis der Nutzenbewertung dürfte aus Sicht des Entscheidungsträgers daher keine hervorgehobene Bedeutung haben.

Von größerer Bedeutung, da ex post verifizierbar, wird für den Entscheidungsträger die Robustheit in Bezug auf die Umsetzbarkeit der gewählten Handlungsalternative sein (**Zulässigkeitsrobustheit**).

Für die Allokationsplanung wird hierbei die **Einhaltung der verfügbaren Finanzierungsbudgets** eine entscheidende Rolle spielen. Kostensteigerungen im Verlauf der Konkretisierung der Maßnahmenplanung können dazu führen, dass nicht alle zur Realisierung selektierten Maßnahmen tatsächlich innerhalb des verfügbaren Budgets finanziert und damit realisiert werden können. Bei einer Überschreitung des verfügbaren Finanzbudgets ist das zur Realisierung gewählte Kollektiv der Maßnahmen im engsten Sinne kein zulässiges Ergebnis. Bei der hohen Anzahl an Maßnahmen würden Unsicherheiten ausgeglichen werden, wenn die Investitionskosten in etwa dem Erwartungswert der tatsächlichen Investitionskosten entsprächen. In der Praxis zeigt sich allerdings immer

wieder, dass Investitionskosten systematisch unterschätzt werden und zudem erhebliche Schwankungsbereiche bei den Kostenzunahmen vorhanden sind (vgl. **Abschnitt 2.6.7**). Dies wiegt umso schwerer, als dass die Investitionskosten in der Regel einen maßgebenden Einfluss auf das Ergebnis einer Dringlichkeitsbewertung haben.

Die **Zulässigkeit der gewählten Handlungsalternative wird in der Praxis nicht vollständig in Frage gestellt sein**. Durch eine nachträgliche Aufstockung des Finanzbudgets oder durch Verzicht auf die Realisierung von einzelnen Maßnahmen kann die gewählte Handlungsalternative zumindest weitestgehend umgesetzt werden. Im Sinne der Verlässlichkeit und Kommunizierbarkeit der Entscheidungsfindung ist das Risiko von überdurchschnittlichen Abweichungen zwischen den gemeldeten und tatsächlichen Investitionskosten aber zu minimieren, da diese zu besonders starken Ergebnisverfälschungen bei der Nutzenbewertung von einzelnen Maßnahmen führen können.

Ein **weiterer Aspekt in Bezug auf die Zulässigkeitsrobustheit** des Entscheidungsverfahrens ist die teilweise erst nach der Entscheidung stattfindende **planungsrechtliche Absicherung von Maßnahmen**. Die Ursachen für eine mögliche Beeinträchtigung der Zulässigkeitsrobustheit liegen zwar nicht im direkten Zuständigkeitsbereich des Entscheidungsträgers. Eine positive oder negative Entscheidung im Rahmen einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung kann aber dann problematisch sein, wenn hieraus Folgeentscheidungen abgeleitet werden:

- Das Plansicherungsverfahren kann zu einer Überarbeitung der Planung führen. Der Nutzen der Maßnahme kann hierdurch dahingehend beeinträchtigt sein, dass sie bei der Dringlichkeitsbewertung nicht mehr zu einer positiven Entscheidung geführt hätte.
- Interdependenzen können bei einer positiven Entscheidung außerdem zu Nutzenzunahmen für weitere Maßnahme führen, die maßgebend für eine positive Entscheidung für diese interagierenden Maßnahmen sind. Ist die planungsrechtliche Absicherung nicht erfolgreich oder wird die Plangenehmigung erheblich verzögert, wird der erwartete Nutzen für die interagierenden Maßnahmen nicht erreicht.

Aus Sicht des Entscheidungsträgers ist das **Risiko einer Fehlentscheidung in besonderer Weise bei der Entscheidung für oder gegen Realisierung von Einzelmaßnahmen** vorhanden. Da für alle im Maßnahmenkollektiv aufgenommenen Maßnahmen die Umsetzungswürdigkeit vorausgesetzt ist, werden insbesondere die Maßnahmen, die nicht in der aktuellen Entscheidungsperiode realisiert werden sollen, im Fokus des Entscheidungsträgers stehen. Die Entscheidung, Maßnahmen nicht in ein Bauprogramm aufzunehmen, wird gegenüber weiteren Beteiligten intensiver zu begründen und zu rechtfertigen sein, als die Entscheidung, Maßnahmen in das Programm aufzunehmen. Die Risikoaversion eines Entscheidungsträgers wird besonders ausgeprägt sein, wenn eine negative Entscheidung sich im Nachhinein als offensichtlich falsch herausstellen könnte, die negativen Folgen einer Fehlentscheidung schwerwiegend sind oder die Fehlentscheidung dem Entscheidungsträger angerechnet werden kann (z.B. da er/sie eine unzureichende oder unsichere Informationsgrundlage nicht gebührend berücksichtigt hat). Der Entscheider wird also an Lösungen interessiert sein, die unter Berücksichtigung der Unsicherheit von Informationen, Wirkungs- und Nutzwertermittlung bezüglich ihrer Zuordnung in Dringlichkeitsklassen stabil sind. In diesem Zusammenhang wird daher von einer besonderen Bedeutung der **Informationsrobustheit** des Entscheidungsverfahrens auszugehen sein.

### 9.3.3 Operationalisierung von Robustheitskriterien

Eine **Operationalisierung von Robustheitskriterien würde idealerweise eine ex ante-Beurteilung der Güte der Entscheidungsalternative vorsehen**. Bei der Robustheitsbeurteilung können in der Praxis aufgrund der vielen möglichen Umweltlagen und unzureichend bekannten

Eintrittswahrscheinlichkeiten nicht alle denkbaren Umweltlagen einbezogen werden (SCHOLL ET AL. 2000).

Für die Verfahrensentwicklung ist es daher zielführender, Unsicherheiten bei Verfahrenselementen mit einem relativ großen/potenziellen Einfluss auf die Robustheit des Verfahrens zu minimieren. Damit dies zielgerichtet erfolgen kann, ist eine Festlegung von **eindeutigen Robustheitskriterien** hilfreich.

Die Festlegung von Robustheitsanforderungen ist ein normativer Prozess. Robustheitskriterien sind daher für den jeweiligen Anwendungsfall unter Beteiligung des zuständigen Entscheidungsträgers zu konkretisieren.

Anknüpfend an die Überlegungen in **Abschnitt 9.3.2** werden nachfolgend Ansätze für die Entwicklung von überprüfbaren Robustheitskriterien formuliert. Folgende wesentliche Robustheitsanforderungen wurden aus der Analyse der Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers abgeleitet:

1. Hohe Stabilität der Zulässigkeit der Entscheidungsalternative (**Zulässigkeitsrobustheit**)
2. Sehr hohe Stabilität der Zugehörigkeit von Maßnahmen zu Entscheidungsklassen (**Klassenzugehörigkeitsrobustheit**)

#### **Zu 1.: Zulässigkeitsrobustheit**

Wesentlich für die Zulässigkeit der Entscheidungsalternative ist die **Einhaltung von vorgegebenen Restriktionen**. In den vorhergehenden Abschnitten wurden Ansätze zur Einhaltung der Restriktionen entwickelt. Die verbleibenden Risiken aus Sicht des Entscheidungsträgers werden insbesondere bei der Einhaltung des vorgegebenen Budgets gesehen. Unsicherheiten bei den Maßnahmenkosten können die Zulässigkeitsrobustheit der Entscheidungsalternative erheblich beeinträchtigen.

Eine Entscheidungsalternative ist als vollkommen zulässigkeitsrobust anzusehen, wenn die zur Realisierung geplanten Maßnahmen ohne Änderungen durchgeführt werden können. Wird das Budget überschritten, werden als realisierbar eingestufte Maßnahmen nicht mehr umgesetzt werden können. Je mehr Maßnahmen mit positiver Entscheidung aufgrund von Kostensteigerungen nicht realisiert werden können, desto größer ist das Ausmaß der Unzulässigkeit und desto geringer die Zulässigkeitsrobustheit. Zur Berücksichtigung der hohen Anzahl an Maßnahmen und zur Gewährleistung der Vergleichbarkeit zwischen Entscheidungsalternativen und Entscheidungsprozessen wird neben der absoluten Abweichung vom vollkommenen robusten Ergebnis die Bildung einer relativen Abweichung vorgeschlagen.

Somit können zur **Operationalisierung des Maßes der Unzulässigkeit** bzw. der mangelnden Zulässigkeitsrobustheit folgende Kriterien verwendet werden:

$$ZR_{A_h} = n_{pos,h} - n_{rel,h} \quad (25)$$

$$ZR_{R_h} = \frac{n_{pos,h} - n_{rel,h}}{n_{pos,h}} \quad (26)$$

Mit:

$ZR_{A_h}$	Absolute Abweichung vom vollkommenen zulässigkeitsrobusten Ergebnis für die Handlungsalternative h
$ZR_{R_h}$	Relative Abweichung vom vollkommenen zulässigkeitsrobusten Ergebnis für die Handlungsalternative h
$n_{pos,h}$	Anzahl der Maßnahmen mit einer positiven Entscheidung bei der Handlungsalternative h
$n_{rel,h}$	Anzahl der realisierten Maßnahmen mit einer positiven Entscheidung bei der Handlungsalternative h

Diese Kriterien sind geeignet, die Zulässigkeitsrobustheit des Verfahrens ex post festzustellen. Für eine ex ante Beurteilung können die Auswirkungen von Unsicherheit z.B. mit Unterstützung von Simulationen ermittelt werden. Hier ist die relative Häufigkeit, mit der eine Entscheidung als unzulässig einzustufen ist, ein geeignetes Maß. Die **relative Unzulässigkeitshäufigkeit** kann wie folgt operationalisiert werden:

$$ZR_{H_h} = \frac{n_u}{n_s} \quad (27)$$

Mit:

$ZR_{H_h}$	Relative Unzulässigkeitshäufigkeit der Entscheidungsalternative h
$n_s$	Anzahl der betrachteten Situationen mit unterschiedlichen Ausprägungen von Unsicherheit für die Entscheidungsalternative h
$n_u$	Anzahl der betrachteten Situationen mit einem unakzeptablen Wert für die Zulässigkeitsrobustheitskriterien $ZR_A$ und/oder $ZR_R$

## Zu 2.: Klassenzugehörigkeitsrobustheit

Eine Entscheidungsalternative ist als vollkommen klassenzugehörigkeitsrobust anzusehen, wenn die Zuordnung von Maßnahmen zu Entscheidungsklassen nicht durch dem Entscheidungsträger bekannte Unsicherheiten bestimmt wird.

Diese Robustheitsanforderung kann über verschiedene Ansätze operationalisiert werden. Als Maß kann z.B. die Anzahl an Maßnahmen oder die relative Häufigkeit, mit der Maßnahmen bei unterschiedlichen Ausprägungen der bekannten Unsicherheiten einer **Entscheidungsklasse wechseln**, verwendet werden. Ein weiteres Maß für Verfahren mit vielen Entscheidungsklassen ist die **durchschnittliche oder maximale Abweichung der Klassenzugehörigkeit** (also um wie viele Klassen verändert sich die Klassenzugehörigkeit von Maßnahmen im Durchschnitt oder maximal).

Für eine ex ante Beurteilung kann für die Beurteilung der Robustheit wieder die relative Häufigkeit von Klassenwechseln herangezogen werden. Die Stabilität einer Entscheidungsalternative ist dann gegeben, wenn die Maßnahmen bei unterschiedlicher Ausprägung von Unsicherheiten möglichst selten die Klassenzugehörigkeit wechseln. Zur Beurteilung des Ausmaßes der Instabilität kann bei mehr als zwei Entscheidungsklassen die Veränderung um mehrere Klassen durch Gewichtung berücksichtigt werden (z.B. indem die absolute Differenz der Klassenzugehörigkeit mitbewertet wird: Eine Zugehörigkeitsveränderung auf die benachbarte Klasse wird dann einmal gewertet, wenn eine Klasse übersprungen wird (z.B. von Klasse 1 auf Klasse 3) zweimal usw.).

$$KR_{H_h} = \left( \sum_{s=1}^{n_s} \sum_{m=1}^{n_m} d_{ek}(m_{m,s}) \right) / (n_s \times n_m) \quad (28)$$

Mit:

$KR_{H_h}$	Relative Klassenwechselhäufigkeit gegenüber der Ausgangssituation ( $s=0$ ) für die Entscheidungsalternative h
$n_s$	Anzahl der betrachteten Situationen s mit unterschiedlichen Ausprägungen von Unsicherheit für die Entscheidungsalternative h
$n_m$	Anzahl der Maßnahmen im Maßnahmenkollektiv
$d_{ek}(m_{m,s})$	Funktion zur Bestimmung von Klassenveränderungen gegenüber der Ausgangssituation

Wie bereits dargestellt, ist vor allem von besonders hohen Robustheitsanforderungen des Entscheidungsträgers auszugehen, wenn Maßnahmen von einer Entscheidungsklasse der Maßnahmen mit negativer Entscheidung auf eine Entscheidungsklasse mit positiver Entscheidung wechseln. Solche Wechsel können durch entsprechende Festlegungen eines **Gewichtungsfaktors** gemäß den Anforderungen des Entscheidungsträgers gewürdigt werden.

Anhand dieser Kriterien können die vom Entscheidungsträger angestrebten **Robustheitsniveaus** entwickelt werden.

### 9.3.4 Implementierung von Sensitivitätsanalysen im Verfahrensablauf

Sensitivitätsanalysen werden regelmäßig zur **Verbesserung des Verständnisses über die Aussagequalität** von Modellen und Verfahren, die mit unsicheren Parametern arbeiten, angewandt. Anwendungsziele von Sensitivitätsanalysen sind vielfach. Sie dienen z.B. zur Identifikation der maßgebenden (unsicheren) Parameter. Für diese Parameter kann dann gezielt eine Reduzierung der Unsicherheit angestrebt, andere Parameter dafür vernachlässigt werden. Auch sind Sensitivitätsanalysen geeignet, um Fehler im Verfahren aufzudecken. Ferner können sie dem Entscheidungsträger Informationen über die Güte der Ergebnisse, auf deren Grundlage eine Entscheidung getroffen werden soll, liefern.

Die nachfolgenden Darstellungen fokussieren sich auf diesen letzten Aspekt. Die Sensitivitätsanalyse kann bei der Verfahrensentwicklung demnach auch für weitere Aufgaben sinnvoll sein. Für die theoretische und praktische Anwendung von Sensitivitätsanalysen wird auf die Literatur verwiesen (vgl. z.B. SALTELLI ET AL. 2008, SALTELLI ET AL. 2005, RÍOS INSUA 1990).

Wie im vorhergehenden Abschnitt dargestellt, ist für eine ex ante Beurteilung der Robustheit der Ergebnisse eine **Analyse der möglichen Ausprägungen von unsicheren Informationen** erforderlich. Eine Sensitivitätsanalyse kann hierzu auf effiziente Weise Datengrundlagen liefern. Aufgrund der vielen unsicheren Faktoren ist eine vollständige Enumeration aller unsicheren Zustände aber nicht möglich und auch nicht sinnvoll. Sensitivitätsanalysen sollten nach (SALTELLI ET AL. 2008) auf die wesentlichen Ziele, die mit dem Verfahren erreicht werden sollen, ausgerichtet werden. Außerdem sind demnach in der Regel nur wenige der unsicheren Faktoren für maßgebende Veränderungen am Ergebnis verantwortlich.

Damit der Entscheidungsträger eine verwertbare Indikation über die Robustheit der Verfahrensergebnisse erhält, wird die **Bildung von Szenarien** empfohlen.

Nachfolgend werden Hinweise gegeben, wie eine Sensitivitätsanalyse im Verfahrensablauf implementiert werden kann. Die Vorgehensweise beruht auf eine für das Land Hessen entwickelte maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung (vgl. DIELEMAN ET AL. 2010) und umfasst folgende Arbeitsschritte:

1. Identifikation relevanter Arten von Abweichungen aufgrund von Unsicherheit
2. Entwicklung einer Vorgehensweise zur Ermittlung der Streuungsbereiche von Datengrundlagen
3. Entwicklung eines Verfahrensablaufs für die Durchführung von Sensitivitätsuntersuchungen
4. Entwicklung einer geeigneten Darstellungsform der Ergebnisse
5. Entwicklung einer geordneten Abstimmung und Rückkopplung der Ergebnisse

### **Zu 1.: Identifikation relevanter Arten von Abweichungen aufgrund von Unsicherheit**

Unsicherheiten können aus unterschiedlichen Gründen oder für unterschiedliche Informationsarten eine Rolle spielen. Als Grundlage für eine Sensitivitätsuntersuchung werden die von diesen Unsicherheiten hervorgerufenen Streuungen nach

- zufallsabhängigen Abweichungen und
- systematischen Abweichungen

differenziert.

**Zufallsabhängige Abweichungen** betreffen insbesondere die maßnahmenspezifischen Grundlagendaten aus Messwerten. Z.B. können die auf Grundlage von Messwerten ermittelten Zustandswerte durch kurzzeitige Ausfälle der Messgeräte oder Verunreinigung der Fahrbahn verfälscht werden. Zufallsbedingte Abweichungen treten für jede Maßnahme und jeden Indikator unabhängig auf.

Bei **systematischen Abweichungen** handelt es sich insbesondere um Fehler bei der Abschätzung von Wirkungszusammenhängen. Durch systematische Abweichungen werden z.B. die Nutzwerte für ein Wirkungsfeld systematisch zu hoch oder zu niedrig eingeschätzt. Systematische Abweichungen wirken sich demnach auf die Wertigkeiten aus.

### **Zu 2.: Entwicklung einer Vorgehensweise zur Ermittlung der Streuungsbereiche von Datengrundlagen**

Damit der Einfluss dieser Abweichungen auf die Stabilität der Dringlichkeitsreihung ermittelt werden kann, sind Informationen zu den Streuungsbereichen der Eingangsdaten erforderlich. Diese sind aber nur in Ausnahmen bekannt und müssen daher in der Regel geschätzt werden.

Für eine **systematische Schätzung der Streuungsbereiche** wird nachfolgend eine Vorgehensweise skizziert.

Zur Schätzung der Streuungsbereiche wird in einem ersten Schritt die **Qualität der Eingangsdaten** qualitativ beurteilt. Auf dieser Grundlage werden dann **Klassen von Streuungsbereichen** festgelegt, die in die Sensitivitätsanalyse eingehen. Dabei wird nach Datengrundlagen mit systematischen und zufallsabhängigen Abweichungen differenziert.

Für die Beurteilung der **Qualität der Grundlagen** zur Abschätzung der Wirkungszusammenhänge können z.B. die folgenden Kriterien herangezogen werden:

- **Belastbarkeit:** Stammen Daten aus verlässlichen Quellen oder basieren sie auf stark subjektiv geprägten Einschätzungen?
- **Differenzierung:** Ermöglichen die Datengrundlagen die Berücksichtigung der relevanten maßnahmenartspezifischen Wirkungen?
- **Genauigkeit:** Wie groß sind die Fehlermargen?
- **Vollständigkeit:** Sind die Daten vollständig oder lückenhaft vorhanden?

Ein Beispiel für die Bewertung der Datenqualität ist in **Anlage 4** dargestellt.

Wird die Datenqualität einer Datengrundlage als gut bewertet, werden diese Datengrundlagen in der Sensitivitätsuntersuchung nicht variiert. Bei **Einschränkungen der Datenqualität** werden Fehlerbereiche für die Sensitivitätsanalyse in Abhängigkeit der Qualität festgelegt. Diese Fehlerbereiche wurden in der Regel als Prozentwerte der Ausgangswerte festgelegt. Bei ausreichenden Informationen über Streuungsbereiche können Fehlerbereiche auch direkt in der jeweiligen Einheit der Datengrundlage angegeben werden.



### Zu 3.: Entwicklung eines Verfahrensablaufs für die Durchführung von Sensitivitätsuntersuchungen

Im Sinne einer effizienten Durchführung der Sensitivitätsuntersuchung sollten die vielen möglichen Datenausprägungen sinnvoll zu inhaltlich zusammenhängenden Szenarien zusammengesetzt werden. Hierzu wird nachfolgend auf der Einteilung nach zufallsbedingten und systematischen Abweichungen aufgebaut.

- Untersuchung der Auswirkungen von **zufallsabhängigen Abweichungen**:

In einem gesonderten Schritt können die Auswirkungen der zufallsabhängigen Abweichungen untersucht werden. Hierzu werden, ausgehend von einer vorliegenden Wirkungs- und Nutzwurtermittlung und einer dazugehörigen (vorläufigen) Entscheidungsalternative, für alle relevanten Datengrundlagen mit festgelegten zufallsabhängigen Fehlerbereichen die Eingangswerte für die Bewertung innerhalb des jeweiligen Fehlerbereichs durch **Monte-Carlo-Simulation** variiert. Alle relevanten Datengrundlagen werden simultan zufallsbasiert variiert. Dieser Vorgang wird für eine ausreichende Anzahl an Durchläufen wiederholt.

- Untersuchung der Auswirkungen von **systematischen Abweichungen**:

In weiteren Schritten können die Auswirkungen der systematischen Abweichungen untersucht werden. Da systematische Fehler eine besonders große Bedeutung für die Belastbarkeit der Ergebnisse haben können, sollten die **betroffenen Datengrundlagen isoliert betrachtet** werden. Für jede Datengrundlage mit einem festgelegten systematischen Fehlerbereich wird die untere und obere Grenze dieses Fehlerbereichs gesondert bewertet. Die systematischen Abweichungen wirken sich auf die Bedeutung der betroffenen Zielkriterien für den Gesamtnutzwert aus. Bei einer Festlegung der Zielgewichte in Anlehnung an Monetarisierungsansätze werden durch eine systematische Abweichung die Zielgewichtungen untereinander verändert.

Durch eine Wirkungs- und Nutzwurtermittlung und anschließende Rangreihung der Maßnahmen für jeden Durchlauf können die Auswirkungen der sich überlagernden Unsicherheiten auf die Ergebnisse der Dringlichkeitsbewertung mit Hilfe der definierten Robustheitskriterien (vgl. **Abschnitt 9.3.3**) bewertet werden.

Eine vollständige Wirkungs- und Nutzwurtermittlung nach dem in **Abschnitt 9.2** dargestellten Teilverfahren bei jedem Durchlauf der Sensitivitätsuntersuchung ist mit hohem Aufwand verbunden. Eine **Aufwandsreduzierung** kann z.B. erreicht werden, indem ausgehend von der vorläufigen Entscheidungsalternative nur die automatisch ermittelbaren Wirkungsfelder analysiert werden. Die Festlegung des **sinnvollen Aufwands** zur Sicherstellung einer ausreichenden Robustheit muss unter Berücksichtigung des Kontexts des Anwendungsfalls bestimmt werden.

### Zu 4.: Entwicklung einer geeigneten Darstellungsform der Ergebnisse

Zur Unterstützung der Interpretation der Ergebnisse einer Sensitivitätsanalyse durch den Entscheidungsträger sind diese **auf einfach nachvollziehbare Weise aufzubereiten**. Hierzu können die Ergebnisse auf die für den Entscheidungsträger relevanten Informationen verdichtet werden.

Zum besseren Verständnis können die Ergebnisse **nach Themenbereichen aufbereitet** werden (z.B. Ergebnisse nach Maßnahmenkategorien, Wirkungsbereichen oder räumlichen Einheiten). Wichtig ist, dass der Entscheidungsträger weiterhin in die Lage versetzt wird, eigenständig eine

Bewertung über die vorhandene Robustheit der Ergebnisse vorzunehmen, und er somit die maßgebenden Einflussfaktoren einordnen kann.

Zur einfacheren Interpretation der Ergebnisse bieten sich **grafische Aufbereitungsformen** an (z.B. Balkendiagramme oder Boxplot-Diagramme). Beispiele für eine entsprechende Aufbereitung sind in **Anlage 5** dargestellt.

#### **Zu 5.: Entwicklung einer geordneten Abstimmung und Rückkopplung der Ergebnisse**

Aus den gewonnenen Erkenntnissen sind auf eine geordnete Weise **Konsequenzen für die weitere Dringlichkeitsbewertung** abzuleiten. Die frühzeitige Operationalisierung der Robustheitsanforderungen wird diesen Prozess unterstützen. Ziel sollte sein, bereits in der Entwicklungsphase des Verfahrens ein ausreichendes Robustheitsniveau sicherzustellen. In diesem Fall kann in der Anwendungsphase die Durchführung von Sensitivitätsanalysen mit reduziertem Aufwand erfolgen.

Werden Anforderungen nicht eingehalten, sind dem Entscheidungsträger mögliche **Lösungen** und der damit verbundene Aufwand aufzuzeigen. Zu den möglichen Lösungen gehören z.B. die Verbesserung der Datengrundlage oder auch die Anpassung der Robustheitsanforderungen durch den Entscheidungsträger.

### **9.3.5 Reduzierung von Unsicherheit**

Die Reduzierung der Unsicherheit ist insbesondere dann zielführend, wenn hierdurch die **Robustheit der Verfahrensergebnisse verbessert** wird. Hierzu sind Kenntnisse über die maßgebenden Unsicherheitsfaktoren im Verfahren erforderlich, die aus Sensitivitätsuntersuchungen (im Rahmen der Verfahrensentwicklung) gewonnen werden können (vgl. **Abschnitt 9.3.4**).

Für die Reduzierung der Unsicherheit sind die folgenden zwei Ausgangslagen relevant:

1. Informationen, deren **Unsicherheit** erst **im Zeitablauf abnehmen** wird. Beispiele hierfür sind Informationen, die erst im weiteren Planungsablauf einer Maßnahme konkretisiert werden können.
2. Informationen, deren **Unsicherheit** umgehend durch eine **genauere Erfassung reduziert** werden kann. Beispiele hierfür sind stark pauschalisierte Kostenschätzungen.

Im Folgenden werden für beide Ausgangslagen Verfahren dargestellt, die eine Reduzierung von Unsicherheit bewirken können.

#### **zu 1.: Rollierende Planung**

Die rollierende Planung ist ein praxisorientiertes Konzept, welches bei der betrieblichen Produktionsplanung zur **Reduzierung der Risiken aufgrund von Unsicherheiten** eingesetzt wird. Unsicherheit wird reduziert, indem sie einen Teil der Handlungsalternative als fixiertes und **einen Teil als vorläufiges Ergebnis** behandelt. Das Konzept beruht auf dem Grundgedanken, dass Informationen über bestimmte Sachverhalte im Zeitablauf präziser und verlässlicher werden.<sup>63</sup>

Bei einer rollierenden Planung **folgen verschiedene Planungsschritte aufeinander**. In jedem Planungsschritt wird eine Entscheidungsalternative für eine Entscheidungsperiode festgelegt. Die Entscheidungen werden für die ersten Teilperioden der Entscheidungsperiode realisiert. Eine zweite Handlungsalternative wird bereits vor Ablauf der aktuellen Entscheidungsperiode erstellt. Diese

---

<sup>63</sup> Die für die Programmplanung häufig angewandte Anschlussplanung kann als Extremfall der rollierenden Planung aufgefasst werden, da hier eine rollierende Planung ohne Überlappung der Entscheidungsperioden vorliegt.

basiert auf der ersten Entscheidungsalternative, nimmt aber Änderungen an ihr vor. Dieser Plan umfasst ebenfalls einen Zeitraum entsprechend dem der Entscheidungsperiode und bereitet daher den nächsten Entscheidungsprozess vor, indem eine vorläufige Entscheidung für die ersten Teilperioden der nächsten Entscheidungsperiode vorgenommen wird.<sup>64</sup>

Das Grundprinzip der rollierenden Planung ist in **Abbildung 48** dargestellt.

Folgende **Nachteile** sind mit einer rollierenden Planung verbunden:

- Sie führt zu einem **erhöhten Aufwand**.
- Die mit einer rollierenden Planung verbundene **Nervosität** kann zu Vertrauensverlusten in den Verfahrensergebnissen führen.

**Vorteile** der rollierenden Planung sind:

- Sie erlaubt eine geordnete Reaktion auf veränderte Maßnahmenplanungen oder Rahmenbedingungen.
- Hierdurch wird das Erreichen eines möglichst **hohen Gesamtnutzens** unterstützt.
- Sie trägt durch die regelmäßigere Verfahrensanwendung zu einem **dichteren Fortschreibungsintervall** des Verfahrens bei, was tendenziell zu einer höheren Qualität der Verfahrensergebnisse beitragen wird.
- Sie trägt durch die Verwendung von Entscheidungsklassen mit vorläufigem Charakter zu einer **Verbesserung der Zulässigkeits- und Klassenzugehörigkeitsrobustheit** des Verfahrens bei.

Für die Implementation einer rollierenden Planung ist die Festlegung von **weiteren Entscheidungsklassen sinnvoll**, die die Maßnahmen mit (positiven und negativen) Entscheidungen vorläufiger Natur enthalten.

Die Realisierung der Maßnahmen mit Entscheidungen vorläufiger Natur sollte soweit zweckdienlich vorbereitet werden. Ziel der rollierenden Planung ist, dass **bei einer Revision** einer Entscheidung die hierdurch **freigewordenen Ressourcen zeitnah anderweitig eingesetzt werden** können.

<sup>64</sup> Für weiterführende Informationen zur rollierenden Planung wird z.B. auf (SCHOLL 2001) verwiesen.

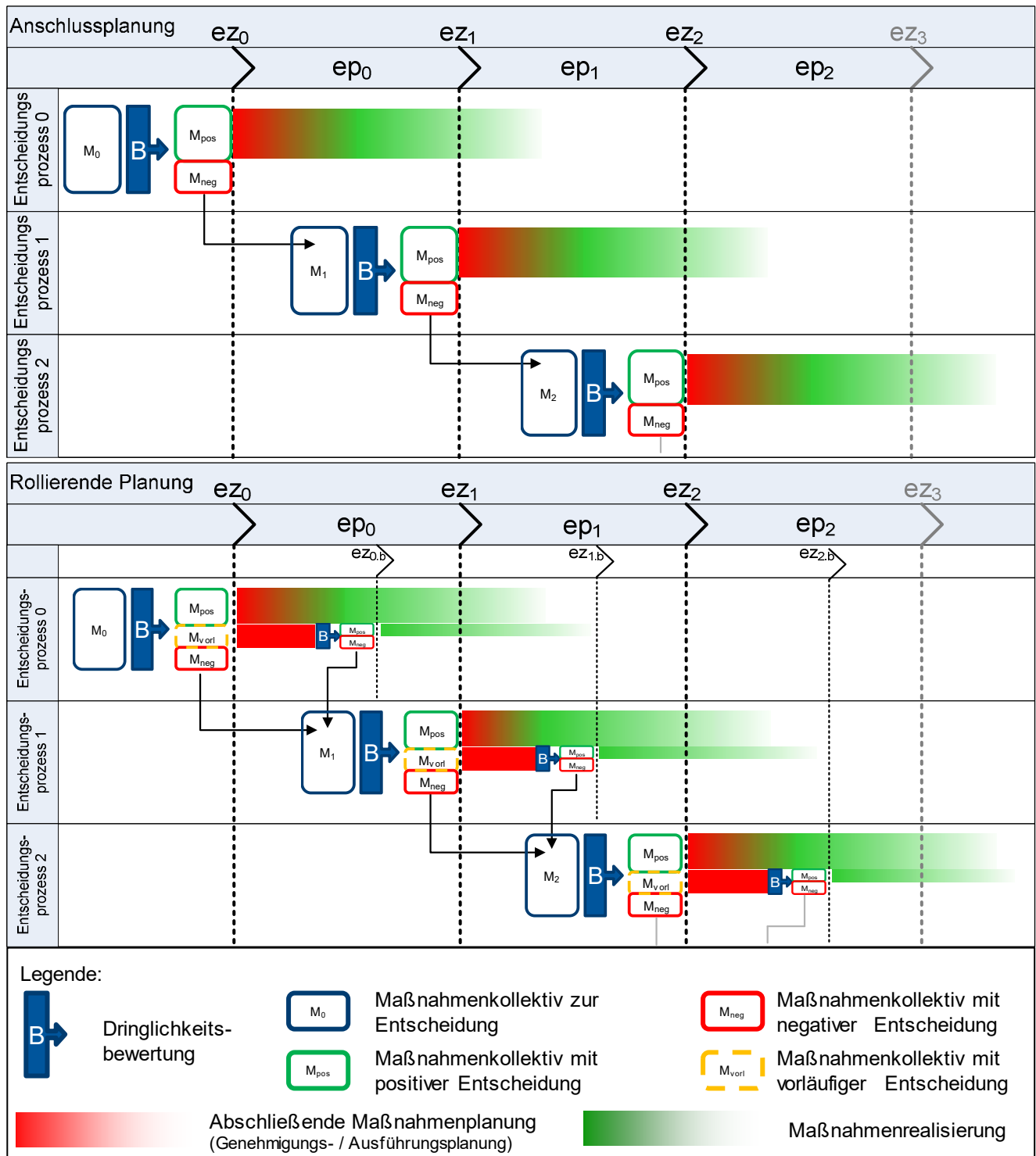


Abbildung 48: Gegenüberstellung Grundprinzip Anschlussplanung und rollierende Planung

Zur Minimierung der Planungs nervosität und des Planungsaufwands sollte die **Auswahl der Maßnahmen mit vorläufiger Entscheidung sorgfältig** vorgenommen werden. Ziel sollte sein, nur die Maßnahmen aufzunehmen, bei denen die Entscheidung mit **relativ hoher Wahrscheinlichkeit revidiert** werden könnte.

Eine Zuordnung in eine vorläufige Entscheidungskategorie ist bei Maßnahmen mit **positiver Entscheidung** insbesondere für die folgenden Kategorien sinnvoll:

- Maßnahmen in einer sehr frühen Planungsphase

- Maßnahmen mit Unsicherheiten bei der planungsrechtlichen Absicherung
- Maßnahmen, für die im Rahmen einer Sensitivitätsbetrachtung eine **geringe Stabilität bei der Zugehörigkeitsrobustheit** zu einer Entscheidungsklasse der positiv entschiedenen Maßnahmen nachgewiesen wurde.
- Sonstige Maßnahmen, die **maßgebend aufgrund von Interdependenzwirkungen eine positive Entscheidung erhalten** haben und die in Wechselwirkung mit Maßnahmen der ersten drei Kategorien stehen.

Eine Zuordnung zu einer vorläufigen Entscheidungsklasse ist bei Maßnahmen mit **negativer Entscheidung** insbesondere für die folgenden Kategorien sinnvoll:

- Maßnahmen, für die im Rahmen der Sensitivitätsbetrachtung eine **geringe Stabilität bei der Zugehörigkeitsrobustheit** zu einer Entscheidungsklasse der negativ entschiedenen Maßnahmen nachgewiesen wurde.
- Maßnahmen, die maßgebend aufgrund von Restriktionen eine negative Entscheidung erhalten haben und die in Wechselwirkung mit einer der Maßnahmen aus der vorläufigen Entscheidungsklasse der Maßnahmen mit positiver Entscheidung stehen.

Die Summe der Investitionskosten von Maßnahmen, die in die vorläufige Entscheidungsklasse von Maßnahmen mit negativer Entscheidung aufgenommen sind, sollte zur Minimierung des Planungsaufwands in etwa mit der Summe der Investitionskosten der nachträglich revidierten Maßnahmen mit positiver Entscheidung stehen.

Die Zuordnung von Maßnahmen zu vorläufigen Entscheidungsklassen kann erst zum Abschluss der Wirkungs- und Nutzwertermittlung erfolgen. Die Berücksichtigung von vorläufigen Entscheidungsklassen hat daher **keine Auswirkungen für die Wirkungs- und Nutzwertermittlung**.

## zu 2.: Plausibilisierung von Daten

Durch Plausibilitätsuntersuchungen werden Daten mit geeigneten Verfahren auf Konsistenz, Vollständigkeit und Genauigkeit geprüft. Durch eine **frühzeitige Überprüfung der Datenqualität** im Verfahrensablauf können Unsicherheiten reduziert bzw. korrigiert werden.

Ein **Beispiel für ein Plausibilisierungsverfahren** liefert die Projektbewertung für den BVWP 2015. Im Rahmen der Weiterentwicklung der Bewertungsmethodik wurde ein Verfahren zur Plausibilisierung von Investitionskosten von angemeldeten Verkehrsinfrastrukturvorhaben entwickelt (vgl. AVISO ET AL. 2014). Ziel des Forschungsprojektes ist es, ein einfaches Werkzeug für eine effiziente Plausibilisierung der gemeldeten Investitionskosten von beantragten Projekten für den BVWP 2015 bereitzustellen. Die Methode basiert auf der Entwicklung eines mehrstufigen Plausibilisierungsverfahrens. Aus den Anmelddaten zum BVWP 2015 werden Mengengerüste für die Hauptbauteile eines Projektes ermittelt. Durch Vergleich der Berechnungsergebnisse der **Kostenplausibilisierung** mit den Kostenangaben der Anmelder lässt sich ableiten, wo im Projekt erhebliche Abweichungen vorliegen. Das Modell bietet nach Aussage der Verfahrensentwickler die Möglichkeit, „mit wenig Arbeitsaufwand schnell Vergleichswerte für Investitionskosten von Straßenbauprojekten zu erhalten“ (AVISO ET AL. 2014).

Eine weitere Möglichkeit zur Reduzierung der Unsicherheit ist die Abfrage von **Metainformationen zur Qualität der gelieferten Daten**. Diese Vorgehensweise bietet sich insbesondere für maßnahmenbezogene Informationen an. Hier können je nach Maßnahme unterschiedliche Planungsstände und sonstige Unsicherheitsquellen vorliegen. Unter Berücksichtigung der Metainformationen können bei entsprechender Aufbereitung die Streuungsbereiche der Situation entsprechend festgelegt und auf pauschalisierte Unsicherheitsmaßen verzichtet werden.

## **Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Abschnitt 9.3: Robuste Strukturierung der Maßnahmenbewertung und -auswahl

### **Konkretisierung und Operationalisierung von Robustheitskriterien**

- ⇒ Die erforderliche Robustheit des Verfahrens wird im Wesentlichen von der Risikoeinstellung des Entscheidungsträgers bestimmt.
- ⇒ Die Optimalitätsrobustheit (Sicherheit einer optimalen Lösung) wird für den Entscheidungsträger keine hervorgehobene Bedeutung haben.
- ⇒ Das Verfahren soll insbesondere eine hohe Stabilität bei der Zulässigkeit der Entscheidungsalternative aufweisen (Zulässigkeitsrobustheit).
- ⇒ Besondere Bedeutung hat die Stabilität der Zugehörigkeit von Maßnahmen zu Entscheidungsklassen (Klassenzugehörigkeitsrobustheit).
- ⇒ Über die Festlegung der Robustheitskriterien „Zulässigkeitsrobustheit“ und „Klassenzugehörigkeitsrobustheit“ können die vom Entscheidungsträger angestrebten Robustheitsniveaus konkretisiert werden.

### **Implementierung von Sensitivitätsuntersuchungen**

- ⇒ Eine Sensitivitätsanalyse kann auf effiziente Weise Datengrundlagen für die Beurteilung der Robustheit des Verfahrens liefern.
- ⇒ Die Festlegung des sinnvollen Aufwands zur Sicherstellung einer ausreichenden Robustheit muss unter Berücksichtigung des Kontexts des Anwendungsfalls bestimmt werden.
- ⇒ Bei der Implementation einer Sensitivitätsanalyse im Verfahrensablauf ist nach zufallsabhängigen und systematischen Informationsstreuungen zu unterscheiden.
- ⇒ Ein rollierender Ablauf des Entscheidungsverfahrens kann zur Reduzierung von Unsicherheit und damit zur Erhöhung der Robustheit der Verfahrensergebnisse beitragen.

### **Weitere Ansätze zur Reduzierung von Unsicherheit**

- ⇒ Für die Implementation einer rollierenden Planung ist die Festlegung von weiteren Entscheidungsklassen sinnvoll.
- ⇒ Durch eine frühzeitige Überprüfung der Datenqualität im Verfahrensablauf können Unsicherheiten reduziert werden.
- ⇒ Metainformationen zur Qualität von gelieferten Daten vereinfachen die Berücksichtigung von Unsicherheit im Verfahrensablauf.

## **9.4 Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

In diesem Kapitel wurde eine Grundstruktur für ein effizientes und robustes Bewertungsverfahren entwickelt. Die Entwicklung einer spezifischen Anwendung für ein Verfahren zur maßnahmenart-

übergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen kann entsprechend der einzelnen Prozessschritte im Verfahrensablauf gegliedert werden. Die wichtigsten Prozessschritte sind in **Abbildung 49** dargestellt.

Große Bedeutung für eine effiziente Verfahrensgestaltung hat die (weitgehende) **Automatisierung** von Verfahrensschritten. Für automatisierte Verfahrensteile sind entsprechende Algorithmen zu entwickeln und in einer geeigneten Programmiersprache zu implementieren. Die Automatisierung von Verfahrensschritten steht dabei in enger Wechselwirkung mit dem Aufbau des Datenverarbeitungssystems.<sup>65</sup>

Für nicht oder nur zum Teil automatisierbare Verfahrenskomponenten sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung **eindeutige Regelungen** aufzustellen. Diese arbeitsintensiven Prozessschritte sind so in das Verfahren einzugliedern, dass (für das Endergebnis) irrelevante Bearbeitungsschritte auf systematische Weise übersprungen werden können.

Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist auf einen geregelten Gesamtablauf der Entscheidungsfindung hinzuwirken, der eine effiziente und robuste Entscheidungsfindung unterstützt. Die Verankerung eines **rollierenden Entscheidungsprozesses** und die **Implementierung von eindeutigen und verbindlichen Datenübergabevorschriften** werden maßgeblich zur Robustheit der Entscheidungsfindung beitragen. Die praktische Umsetzung erfordert allerdings eine ausreichende Unterstützung durch die zuständigen Arbeitsebenen. Diese Unterstützung ist rechtzeitig im Entwicklungsprozess sicherzustellen, damit das Verfahren entsprechend ausgerichtet werden kann.

Zu den wichtigen Festlegungen bei der Verfahrensentwicklung, die abschließend vom Entscheidungsträger vorzunehmen sind, gehören die Bestimmung der Anzahl an notwendigen **Entscheidungsklassen**, die Definition von **Abbruchkriterien bei iterativ ablaufenden Verfahrenselementen** sowie die **Operationalisierung von Robustheitskriterien**. Sie alle haben einen erheblichen Einfluss sowohl auf den erforderlichen Bearbeitungsaufwand bei Durchführung einer Dringlichkeitsbewertung als auch auf die Qualität der Entscheidungsfindung. Der Entscheidungsträger muss im Rahmen der Verfahrensentwicklung in die Lage versetzt werden, begründete Entscheidungen in diesem Zusammenhang zu treffen.

Ferner ist im Rahmen der Verfahrensentwicklung vom Entscheidungsträger abzuwägen, in welchen Umfang die verschiedenen **Arten der Interdependenz** berücksichtigt werden sollen. Die Berücksichtigung von Interdependenzen kann mit erheblichem Bearbeitungsaufwand verbunden sein. Eine vollumfängliche Berücksichtigung fordert daher in der Regel einen sehr hohen Automatisierungsgrad mit entsprechender Informationsversorgung. In der Praxis werden Vereinfachungen in diesem Zusammenhang oft nicht zu vermeiden sein, auch wenn hierdurch die Aussagekraft der Bewertungsergebnisse beeinträchtigt wird. Das Aufzeigen von verschiedenen Möglichkeiten der verfahrenstechnischen Berücksichtigung von Interdependenzen mit ihren Konsequenzen für Aufwand und Ergebnisqualität ist daher als wichtige Aufgabe im Rahmen der Verfahrensentwicklung anzusehen.

Die Fehlerfreiheit der erstellten Verfahrenskomponenten ist vor Implementierung durch **Testdurchläufe** in ausreichendem Umfang sicherzustellen. Der modulare Aufbau des Verfahrens erlaubt eine frühzeitige Überprüfung von einzelnen Komponenten. Bevor das Verfahren endgültig zur Implementierung freigegeben wird, ist eine Überprüfung des fehlerfreien Zusammenwirkens der einzelnen Verfahrenskomponenten sicherzustellen. Ferner ist eine regelmäßige Überprüfung im Verlauf der Verfahrensentwicklung, ob das Verfahren mit vertretbarem Aufwand zu einer

<sup>65</sup> Hinweise zur Entwicklung des Datenverarbeitungssystems werden in Abschnitt 10.2 behandelt.

abschließenden Entscheidungsalternative führt, zu empfehlen. Die Robustheit des Verfahrens sollte in der Entwicklungsphase durch umfangreichere Sensitivitätsanalysen verifiziert werden. Bei der Verfahrensanwendung kann dann diese Analyse auf für die Verfahrensergebnisse wesentliche Aspekte beschränkt werden.

### **Hinweise für die Verfahrensentwicklung**

Hinweise für die effiziente und robuste Strukturierung des Bewertungsverfahrens

- ➔ Über ein iteratives Verfahren, in mittels dessen die Wirkungs- und Nutzwertermittlung stufenweise verdichtet wird, kann der erforderliche Ermittlungsaufwand reduziert werden.
- ➔ Wichtige Festlegungen, in die auch der Entscheidungsträger einzubinden ist, betreffen die Anzahl der bewertungsrelevanten Entscheidungsklassen, die Definition von Abbruchkriterien sowie die Operationalisierung von Robustheitskriterien.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung sollte ein hoher Automatisierungsgrad angestrebt werden. In diesem Zusammenhang ist die Etablierung von geeigneten Prozeduren zur Informationsbereitstellung eine wichtige Aufgabe der Verfahrensentwicklung.
- ➔ Die Gewährleistung eines vertretbaren Bewertungsaufwands erfordert vom Entscheidungsträger eine Abwägung der im Verfahrensablauf zu berücksichtigenden Interdependenzen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist die fehlerfreie und aufwandsoptimierte Umsetzung der spezifizierten Bearbeitungsschritte z.B. durch Testdurchläufe sicherzustellen.
- ➔ Die geregelte Einbindung von Sensitivitätsanalysen im Verfahrensablauf kann auf effiziente Weise Datengrundlagen für die Beurteilung der Robustheit des Verfahrens liefern.
- ➔ Die Festlegung des sinnvollen Aufwands zur Sicherstellung einer ausreichenden Robustheit muss unter Berücksichtigung des Kontexts des Anwendungsfalls bestimmt werden.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist frühzeitig auf einen geregelten, effizienten und robusten Gesamtablauf der Entscheidungsfindung hinzuwirken. Die Etablierung eines rollierenden Entscheidungsprozesses sowie eindeutige Datenübergabevorschriften sind anzustreben.



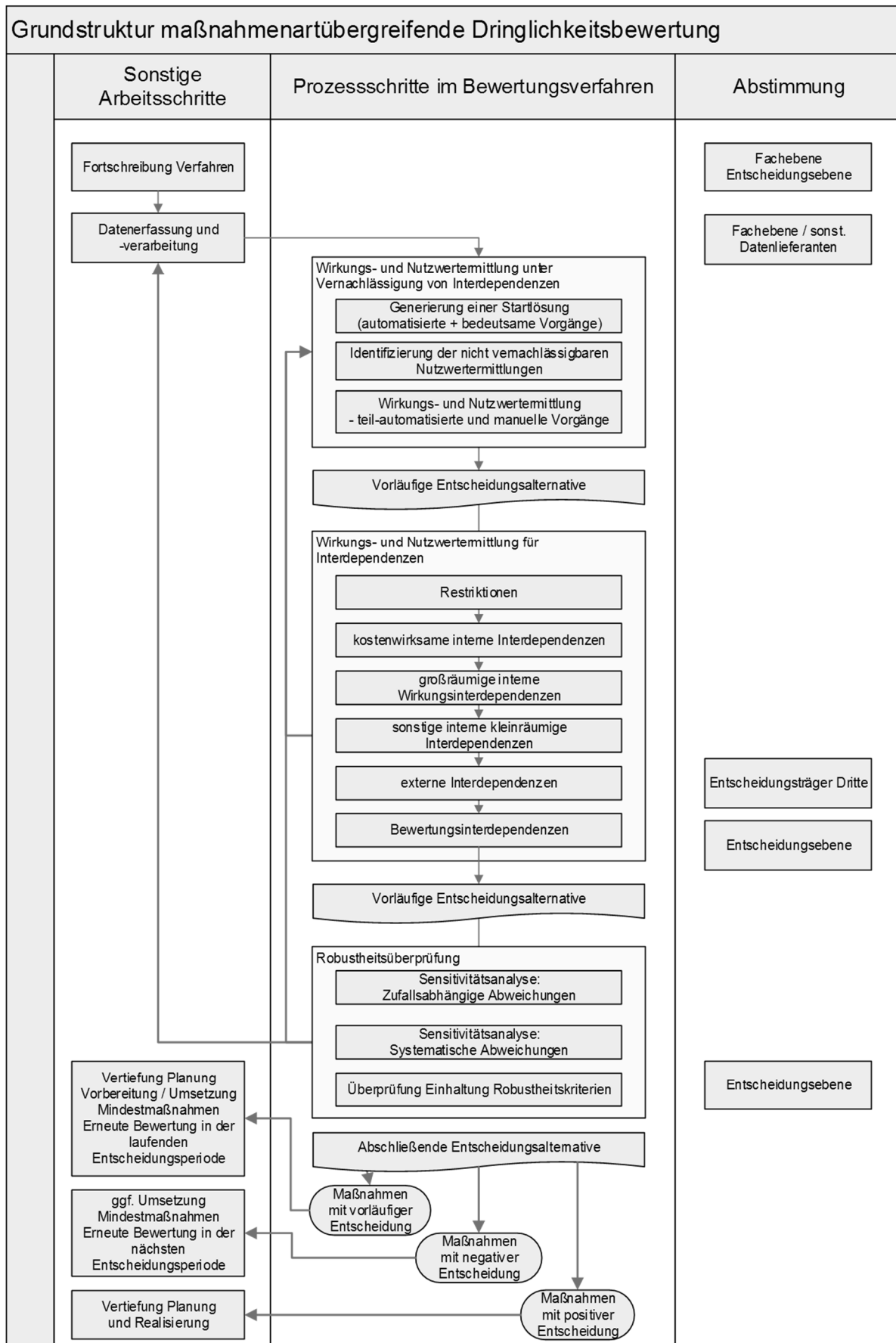


Abbildung 49: Grundstruktur eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen

## 10 Sonstige Hinweise

---

### 10.1 Vorbemerkungen

In diesem Kapitel werden Hinweise für Aufgabenbereiche erarbeitet, die für die praktische Anwendbarkeit eines Verfahrens ausschlaggebend sind.<sup>66</sup>

Hinweise für die **Entwicklung eines Datenverarbeitungssystems** werden in **Abschnitt 10.2** behandelt. In **Abschnitt 10.3** werden Hinweise in Zusammenhang mit der **Organisation der Verfahrensentwicklung und die Verfahrensanwendung** erarbeitet. Die Dokumentation der Verfahrensentwicklung und Hinweise für eine nachvollziehbare **Dokumentation** einer Verfahrensanwendung werden in **Abschnitt 10.4** dargestellt. Eine Zusammenfassung der Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung schließen das Kapitel ab (**Abschnitt 10.4**).

### 10.2 Entwicklung eines Datenverarbeitungssystems

#### 10.2.1 Vorbemerkungen

Für eine maßnahmenartübergreifende Bewertung werden für eine hohe Anzahl an Maßnahmen Datengrundlagen benötigt. Die Aufbereitung von Datengrundlagen wird einen wesentlichen Anteil am Gesamtaufwand für eine Dringlichkeitsbewertung haben. Bereits bei der Verfahrensentwicklung ist daher darauf zu achten, dass bei der Implementation des Verfahrens eine **effiziente Übernahme und Aufbereitung von Datengrundlagen** möglich sein wird.

Die für die Bewertung erforderlichen Datengrundlagen werden bei der Vielzahl an Maßnahmen nicht für alle Maßnahmenkategorien und Netzabschnitte in einer vollständigen, einheitlichen und einfach zu verarbeitenden Weise vorliegen.

Bei den **Input-Daten** für das Verfahren werden die folgenden Datenkategorien unterschieden:

- Maßnahmeninformationen
- Zustandsinformationen
- Informationen zum Referenzsystem
- Informationen zu den Wirkungszusammenhängen
- Informationen zur Zielgewichtung

Die Verarbeitung dieser Daten führt zu den folgenden Zwischen- und Endergebnissen (**Output-Daten**):

- Bewertungsgrundlagen
- Wirkungswerte
- Nutzwerte

Die Zusammenhänge zwischen diesen Input- und Output-Daten sind in **Abbildung 50** veranschaulicht.

---

<sup>66</sup> Die Erarbeitung von Hinweisen richtet sich nach der Lösung der identifizierten typischen Aufgabenstellungen in Zusammenhang mit der Strukturierung des Verfahrensablaufs (vgl. Abschnitt 5.5, Tabelle 11).

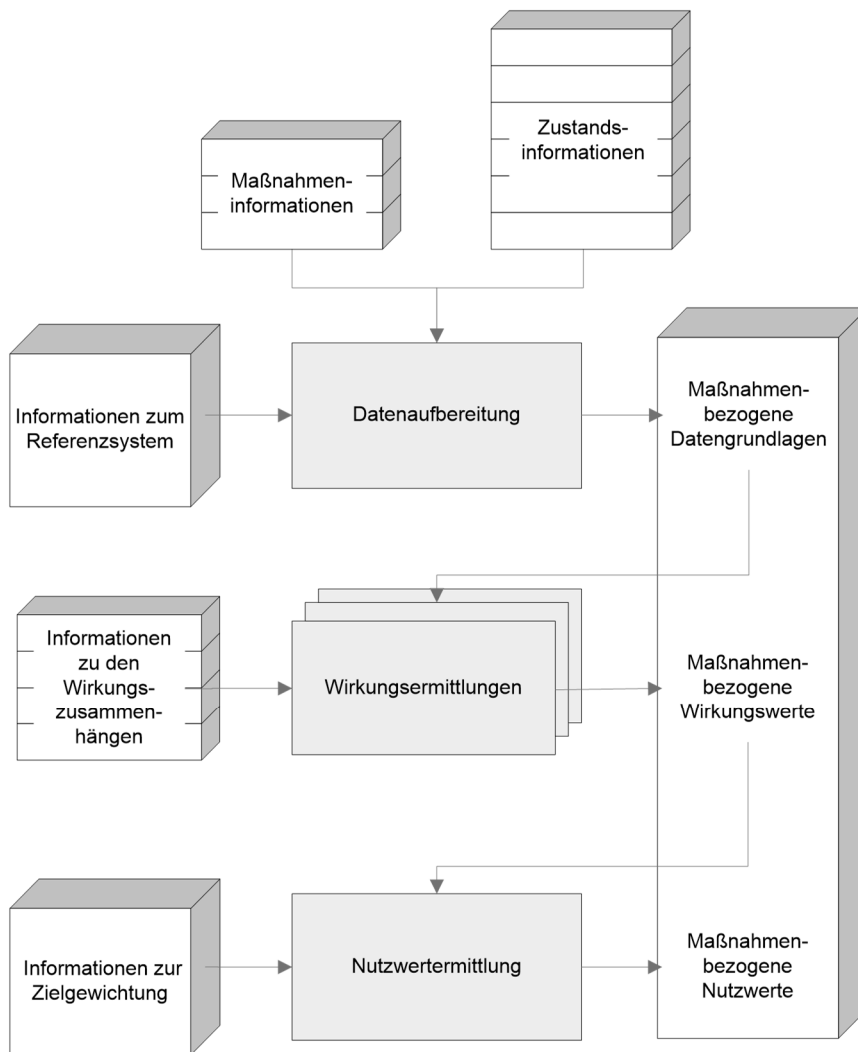


Abbildung 50: Grundstruktur für ein Datenverarbeitungssystem

## 10.2.2 Datenspezifikation

### Maßnahmeninformationen

Damit die Bewertung der potenziellen Maßnahmen auf effiziente Weise erfolgen kann, werden für jede Maßnahme mehrere Informationen benötigt:

Informationen zur Maßnahme:

- Eindeutige Kennung (ID)
- Informationen zur Verortung (Anfangspunkt, Endpunkt, Verlauf)
- Beschreibung der Maßnahmenart/Maßnahmenkategorie
- Spezifizierung der Maßnahme
- Investitionskosten
- Evtl. Abweichungen vom Standardfall (Nutzungsdauer, Baurechtschaffung...)
- Planungs- und Genehmigungsstand
- Realisierungszeitpunkt
- Ergebnisse von vorgeschalteten Bewertungsverfahren
- Informationen zum Anlass der Maßnahme (z.B. Unfallschwerpunkt)
- Informationen zu den Risiken (z.B. Kosten, Realisierungszeitpunkt)

Informationen zu potenziellen Interdependenzwirkungen:

- Maßnahmen-ID von relevanten Maßnahmen mit Interdependenzwirkung
- Art der Interdependenzwirkung (Restriktion/Wirkungs-/Bewertungsinterdependenz, intern/extern, groß-/kleinräumig, Kostenwirksamkeit)
- Ausprägung der Interdependenzwirkung

Ggf. weitere Metainformationen wie:

- Straßename
- Klassifizierung
- Zuständigkeitsbereich
- Bearbeiter
- Informationen zur Historie

Für eine effiziente und korrekte Verarbeitung dieser Daten ist sicherzustellen, dass die **Informationen auch bei künftigen Entscheidungsprozessen** für alle Maßnahmen vergleichbar aufbereitet vorliegen.

Die Informationen können von verschiedenen Stellen zur Bewertung angemeldet werden. Im Rahmen der Verfahrensentwicklung sollte daher ein **Katalog mit eindeutigen Vorgaben** zu den Inhalten und deren Formatierung entwickelt werden. Die Festlegung dieses Katalogs sollte in Abstimmung mit den zuständigen Fachebenen erfolgen. Hierdurch soll sichergestellt werden, dass alle Informationen entsprechend der Vorgaben und mit vertretbarem Aufwand bereitgestellt werden. In **Abbildung 51** ist ein Ablaufschema zur Entwicklung und Festlegung eines entsprechenden Katalogs dargestellt.

### **Informationen zur Zustandsbeschreibung**

Zu den Daten zur Zustandsbeschreibung gehören die Daten, die für die **Wirkungsermittlung** benötigt werden, nicht aber durch die Maßnahmen festgelegt sind. Zu dieser Datenkategorie gehören Informationen wie:

- Daten zur **Nutzungsintensität** (Verkehrsbelastungen für Analyse und Prognose, nach Kfz, Schwerverkehr, Radverkehr, Fußgängerkehr... )
- **Merkmale der Anlagenteile** für Kraftfahrzeug-, Radfahrer- und Fußgängerkehr (Breite der Verkehrsfläche, Oberflächenart, Anzahl Fahrstreifen, zul. Höchstgeschwindigkeit, Querschnitte, Nutzungsbeschränkungen, sonstige Verkehrsregelungen, Knotenpunktarten, Ausstattung, Bauklasse, Baujahr, Erhaltungshistorie...)
- **Zustand der Anlagenteile** (Zustandserfassung für Verkehrsflächen, Bauwerksdaten, ...)
- Informationen zum **Umfeld** (Art der Randbebauung, Anwohnerzahlen, Schutzgebiete, sensible Randnutzungen wie Schulen, Bauflächen... ).
- Informationen zur **Bedeutung** der Infrastruktur (Verkehrswegekategorie, Linienverlauf und Bedienungshäufigkeit durch Verkehrsmittel des öffentlichen Verkehrs, Verlauf von ausgewiesenen Umleitungsrouten, raumplanerische Bedeutsamkeit, Schulwegrouten, touristische Bedeutung ...)
- Informationen zur **Problemfeststellung/Problemverifizierung** (Unfallstatistiken, Lärmkartierung, Schadstoffkonzentration, Stauhäufigkeit und -schwere, Auslastung von Knotenpunkten, Netzlücken ...).

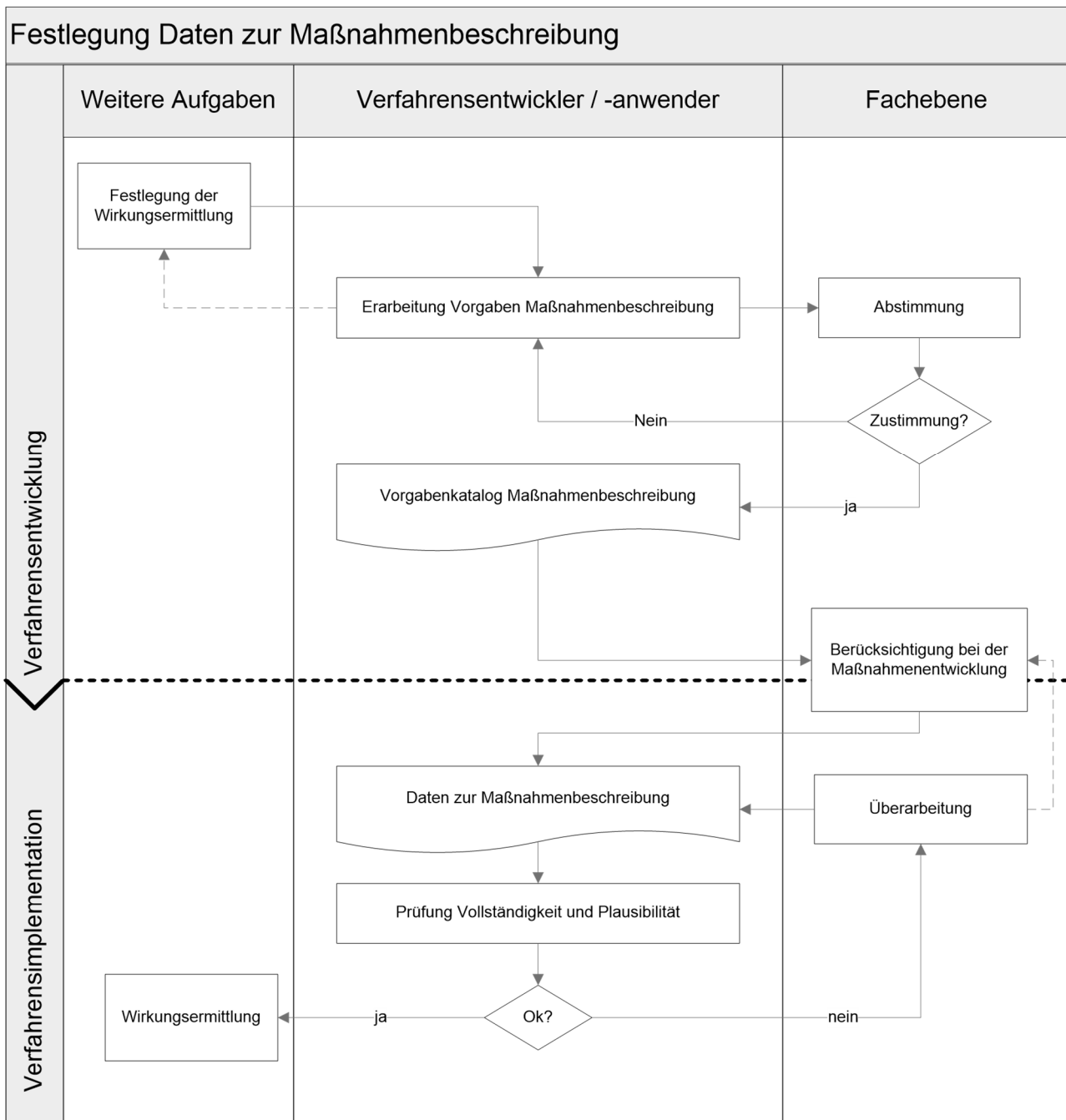


Abbildung 51: Ablaufschema Festlegung der Datenspezifikation zur Maßnahmenbeschreibung

Zur Vereinfachung der Datenübernahme bei künftigen Entscheidungsprozessen sollten die folgenden Metainformationen zur Datengrundlage festgehalten werden:

- Bezugsquelle und Ansprechpartner
- Erfassungsmethode und Häufigkeit
- Modalitäten der Datenverwertung (Kosten, Genehmigungen, Erklärungen, Zeitbedarf)
- Format der Datenlieferung, Art des Übertragungswegs
- Vorschriften für die Umformatierung in eine für die Bewertung geeignete Form
- Hinweise zur Plausibilisierung der Datengrundlage
- Hinweise zur Herstellung der räumlichen und zeitlichen Vergleichbarkeit

Sofern eine manuelle Datenaufbereitung in nennenswertem Umfang unumgänglich ist, können im Rahmen der Verfahrensentwicklung Eingabemasken und Hilfen zur Dateninterpretation erstellt werden (vgl. **Abbildung 52**). Diese sichern die Effizienz und die Vergleichbarkeit der Datenauswertung (interpersonell und zwischen verschiedenen Entscheidungsprozessen).

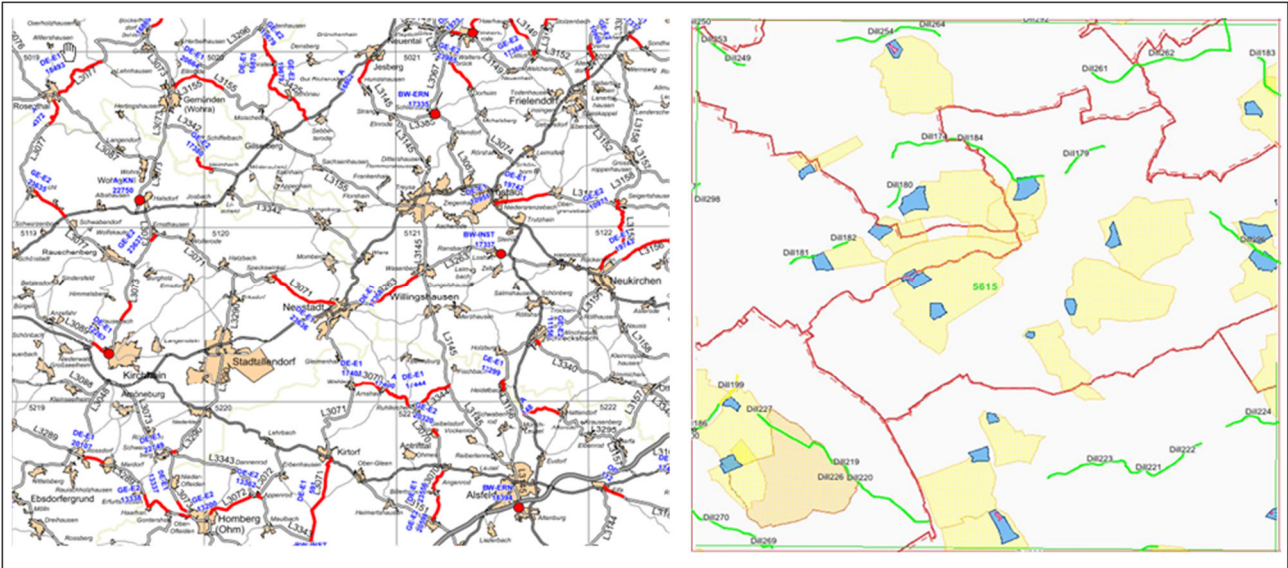
Abbildung 52: Beispiel einer Daten-Eingabemaske zur eindeutigen und geordneten Erfassung von Datengrundlagen (DIELEMAN ET AL. 2014)

### Informationen zum Referenzsystem

Für die Wirkungs- und Nutzwertermittlung sind die Informationen miteinander zu verknüpfen. Voraussetzung für eine fehlerfreie Datenverknüpfung ist eine **eindeutige räumliche Verortung** der verschiedenen Datengrundlagen.

Hierzu gibt es grundsätzlich verschiedene Möglichkeiten. Da für die Datenhaltung im Bereich der Straßeninfrastruktur meist die **Anweisung Straßeninformationsdatenbank (ASB)** Verwendung findet, bietet es sich an, auch für die Dringlichkeitsbewertung auf dieser Systematik aufzubauen. Hierbei werden für sämtliche höhengleiche und höhenungleiche Knotenpunkte zweier oder mehrerer Straßen mit verkehrlicher Verknüpfung Netzknoten festgelegt. Zusätzliche Netzknoten an Schnittstellen mit weiteren linien- oder flächenhaften Elementen wie Verwaltungsgrenzen oder Radwegen sind möglich. Die Netzknoten werden mit eindeutigen siebenstelligen Netzknoten-

Die Verknüpfung der Informationen kann auf dieser Grundlage z.B. über ein **Geografisches Informationssystems** (GIS) erfolgen.



### Informationen zu den Wirkungszusammenhängen und Zielgewichtung

Hierzu gehört eine geeignete Aufbereitung der erforderlichen **Variablen, Konstanten und Berechnungsvorschriften** (vgl. Abschnitt 10.4).

### 10.2.3 Qualitätssicherung

## Korrektur von Datenfehlern

### Teil 3: Erarbeitung von Hinweisen zur Verfahrensentwicklung

Fehlerquellen sind in diesem Zusammenhang unvollständige Informationen, fehlerhafte Angaben zur Verortung von Informationen oder implausible Daten durch Mess- und Eingabefehler.

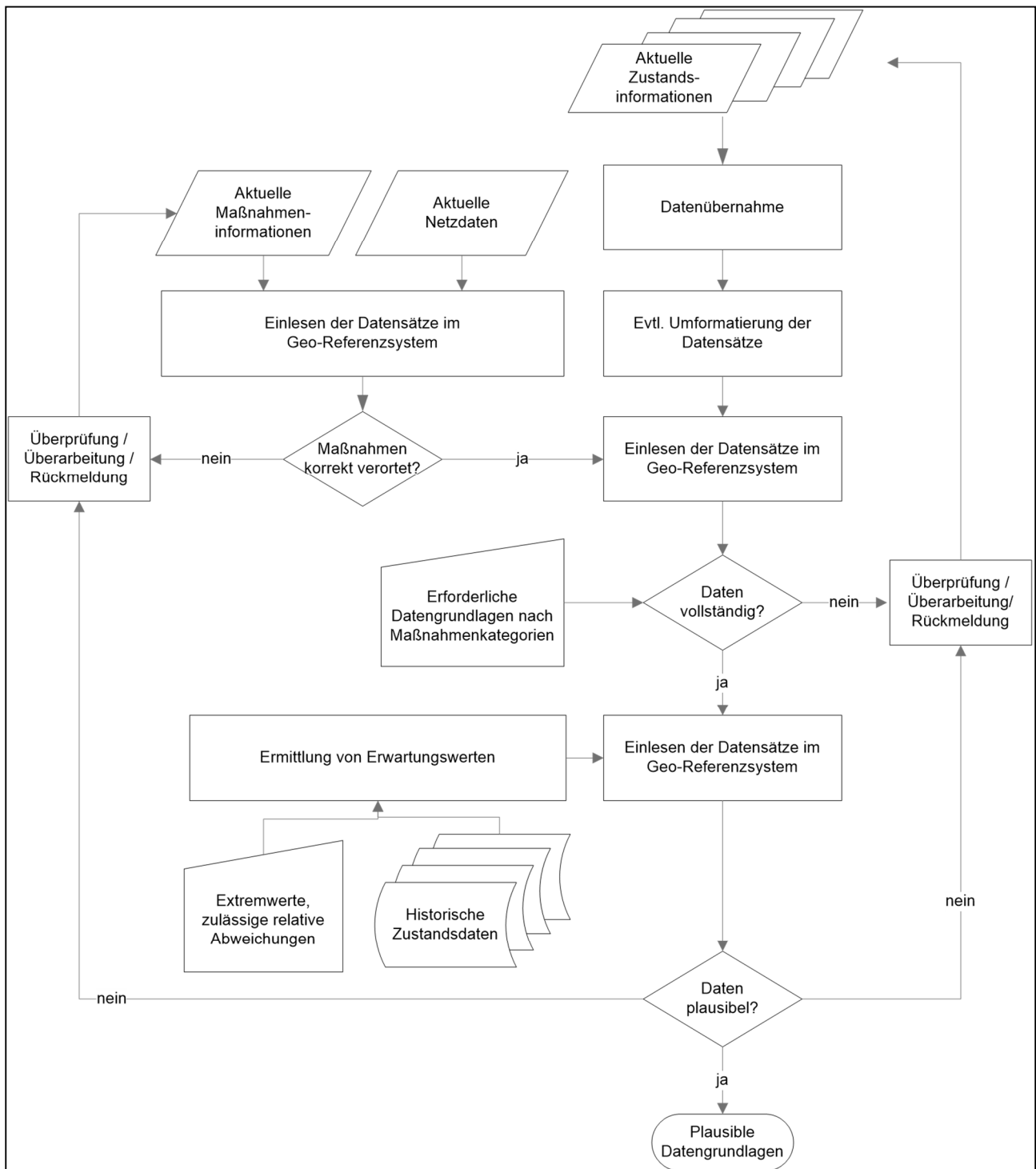


Abbildung 54: Ablaufschema Qualitätssicherung von Input-Daten



Die Plausibilität von Daten kann anhand von Erwartungswerten erkannt werden, die z.B. durch Schätzung von realistischen Extremwerten oder durch die Festlegung von zulässigen Abweichungen gegenüber:

- relativen Veränderungen zu historischen Daten der gleichen Datenquelle
- bei vorhergehenden Entscheidungsprozessen festgestellten Zusammenhängen zwischen verschiedenen Datengrundlagen

festgelegt werden.

Eine geeignete **Vorgehensweise zur Feststellung von unvollständigen Informationen und fehlerhaften Angaben zur Verortung** ist in **Abbildung 54** dargestellt.

In einem ersten Schritt werden die Daten in das vorgesehene **räumliche Referenzsystem eingelesen**. Anschließend wird geprüft, ob für alle relevanten räumlichen Einheiten Daten vorliegen. Wenn nicht, ist zu prüfen, ob die Ursache hierfür unvollständige Informationen oder fehlerhafte Angaben zur Verortung sind. Die überarbeiteten Daten werden anschließend auf Plausibilität überprüft. Bei den Datenmengen ist zu diesem Zweck eine (teil-)automatisierte Vorgehensweise erforderlich. Mit **geografischen Informationssystemen** lassen sich Prüfregeln und die Ausgabe von potenziellen Datenfehlern weitgehend **automatisieren**.

Die Festlegung und Dokumentation von strukturierten, wiederholbaren Verfahren zur Datenübernahme (einschließlich Qualitätskontrolle und Datenveredelung) bewirken eine wesentliche Effizienzverbesserung von künftigen Entscheidungsprozessen (vgl. **Abbildung 52**).

### Herstellung der Vergleichbarkeit

Die Herstellung der Vergleichbarkeit ist dann erforderlich, wenn Sachlagen miteinander verglichen werden, diese aber unterschiedliche Bezugsgrößen aufweisen und hieraus eine **nicht akzeptable Beeinträchtigung der Nachvollziehbarkeit oder der Fehlerfreiheit** der Bewertungsergebnisse entsteht.

In **Kapitel 5** wurde bereits gezeigt, dass aufgrund der typischen Randbedingungen einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung die Herstellung der Vergleichbarkeit von Datengrundlagen, Wirkungs- und Nutzenbeiträgen für die Verfahrensentwicklung eine hohe Bedeutung hat. Aufgrund der hohen Anzahl an Maßnahmen sind hierzu **effiziente und nachvollziehbare Methoden** anzuwenden, die außerdem eine ausreichende Robustheit der Bewertungsergebnisse ermöglichen.

Trotz fortgeschrittener Normung von Datengrundlagen (vgl. Abschnitt 2.6.5) wird es aufgrund der Vielzahl an Maßnahmen und Streckenabschnitten in der Praxis trotzdem Fälle geben, für die eine **direkte Vergleichbarkeit der Datengrundlagen** nicht gegeben ist.

Eine Beeinträchtigung der direkten Vergleichbarkeit von Datengrundlagen kann die folgenden Aspekte betreffen:

- die Erfassungs- oder Berechnungsmethodik
- das räumliche Bezugssystem oder
- der zeitliche Bezugshorizont

Die Herstellung der Vergleichbarkeit von Datengrundlagen, die mit **verschiedenen Erfassungs- oder Berechnungsmethoden** erstellt worden sind, kann in der Praxis oft mit Genauigkeitsverlusten für zumindest einen Teil der Daten verbunden sein. Grundsätzlich werden Informationen benötigt, die auf eine belastbare und nachvollziehbare Weise eine Datentransformation ermöglichen. Dies

erfordert entweder fundierte Kenntnisse über die für die Datenerstellung verwendeten Methoden oder allgemein anerkannte Transformationsregeln.

**Beispiele:**

Verkehrsbelastungen sind eine wesentliche Größe für die Ermittlung von Maßnahmenwirkungen. Die regelmäßig stattfindende bundesweite Verkehrszählung bildet eine wichtige Datengrundlage für Verkehrsbelastungen. Diese Verkehrsmengenangaben sind nach einer einheitlichen Systematik ermittelt und liegen für einen Großteil des klassifizierten Straßennetzes vor. Zur **Vervollständigung von fehlenden Verkehrsmengendaten** können Ergebnisse von Verkehrszählungen aus anderen Quellen verwendet werden. Diese sind dann aber in der Regel nach einer anderen Systematik erfasst und aufbereitet worden (z.B. Verkehrsmengen für die Hauptverkehrszeit). Auch wird der Bezugszeitpunkt der erfassten Verkehrsmengen abweichen können.

Informationen zur **räumlichen Verortung von Informationen** können je nach Datenquelle nach unterschiedlichen Methoden aufbereitet sein. Informationen zur Beschreibung der Straßeninfrastruktur werden oftmals nach der Netzknoten-Systematik aufbereitet, andere relevante Informationen wie z.B. Fahrplaninformationen des ÖV, Verkehrsprognosen, raumplanerische Informationen und Informationen zur Bedeutung von Streckenabschnitten innerhalb des Straßennetzes (z.B. aus Verkehrsplänen) werden in der Regel nicht ohne Weiteres miteinander verknüpfbar sein.

Probleme bei der Vergleichbarkeit von **räumlichen Bezugssystemen** sind vorhanden, wenn für die Georeferenzierung der Datengrundlagen unterschiedliche Koordinatensysteme oder räumliche Referenzweisen verwendet werden. Die Vergleichbarkeit kann in der Regel durch entsprechende Transformationsregeln hergestellt werden, sofern normierte Referenzsysteme verwendet wurden oder Informationen vorliegen, die eine eindeutige Zuordnung von Informationen innerhalb eines Referenzsystems ermöglichen. Die Überführung sämtlicher bewertungsrelevanter Daten mit lokalem Bezug in ein einheitliches räumliches Bezugssystem ist Voraussetzung für die Durchführung der Bewertung. Das einheitliche räumliche Bezugssystem sollte so gewählt werden, dass eine ausreichende Abbildungsgenauigkeit bei gleichzeitiger Minimierung des Aufwands für die Datentransformation erreicht wird.

Die Vergleichbarkeit von Datengrundlagen kann ferner durch **uneinheitliche Bezugszeitpunkte** beeinträchtigt werden. Bei Informationen, die im Zeitverlauf maßgebend variieren können, wie Zustandserfassungen, kann dies zu Verzerrungen bei der Wirkungsermittlung führen. Andere Datengrundlagen, wie die meisten Informationen zum Umfeld (Einwohnerzahlen, Schutzgebiete usw.), werden im Zeitverlauf nur wenigen Veränderungen unterliegen. Für diese Daten sind Abweichungen vom Bezugszeitpunkt wenig problematisch. Für die Herstellung der Vergleichbarkeit kann eine generelle **Hochrechnung** ausreichend sein, bei lokalen zeitlichen Änderungen sind ggf. Korrekturen an einzelnen Datensätzen vorzunehmen.

Bei der Herstellung einer Vergleichbarkeit von Datengrundlagen ist die Sinnhaftigkeit stets zu hinterfragen. Datenveränderungen sollten zu einer Reduzierung von Unsicherheiten bei den Bewertungsergebnissen beitragen. Ist dies nicht der Fall, entsteht nur eine Scheingenaugkeit. Zur

Verbesserung der Nachvollziehbarkeit und Aufwandsminimierung sollte daher in solchen Fällen auf eine Anpassung der Datengrundlagen verzichtet werden und die Vergleichbarkeitsdefizite im Rahmen der Risikoanalysen berücksichtigt werden.

#### **Beispiele:**

**Verkehrsbelastungsprognosen** werden oft für ausgewählte Prognosehorizonte über Verkehrsmodellrechnung zur Verfügung gestellt. Zwischenjahre lassen sich in der Regel mit ausreichender Genauigkeit über Interpolation errechnen. Werden Ergebnisse der Verkehrsmodellierung verwendet, sollte zur Verbesserung der Vergleichbarkeit auch für die Bestandssituation auf Modellwerte zurückgegriffen werden. Alternativ können Prognosen durch Hochrechnung aus Bestandsdaten ermittelt werden.

**Zustandsbeschreibung der Infrastruktur:** Für die Entscheidungsfindung werden Informationen über die Zustandsentwicklung mit und ohne Erhaltungsmaßnahmen benötigt. Diese Informationen sollten aufgrund der Komplexität der Ermittlung nach Möglichkeit über PMS und BMS bereitgestellt werden (da bei der Zustandsprognose die Verkehrsbelastungen eine Bedeutung haben, ist darauf zu achten dass die jeweils berücksichtigten Verkehrsentwicklungen vergleichbar sind).

Im Übrigen richtet sich die geeignete Methode für die Herstellung der Vergleichbarkeit nach dem erforderlichen Aufwand und den dadurch erreichbaren Verbesserungen für die Robustheit der Bewertungsergebnisse. Folgende **Vorgehensweisen zur Herstellung der Vergleichbarkeit** kommen grundsätzlich in Frage:

- Vernachlässigung der Datengrundlage
- Vernachlässigung der Unsicherheiten
- Berücksichtigung der Unsicherheiten bei der Sensitivitätsanalyse
- Datentransformation
- Teilweise Neuerfassung oder Neuberechnung
- Vollständige Neuerfassung oder Neuberechnung

Kann die Vergleichbarkeit nicht mit vertretbarem Aufwand hergestellt werden, sind alternative Datengrundlagen oder Wirkungsermittlungsweisen zu prüfen. Für **künftige Entscheidungsprozesse** sollte (in Abstimmung mit dem Datenlieferanten) die Umsetzbarkeit von besser geeigneten Erfassungs- oder Berechnungsweisen geprüft werden.

Eine geordnete **Verfolgung von Prüfvorgängen** durch Statusangabe von Informationen und Ergebnissen wird zu einer Effizienzsteigerung im Rahmen der Bearbeitung beitragen.

### **10.2.4 Datenhaltung**

Eine effiziente Datenerfassung und -verarbeitung trägt maßgebend zur Effizienz des Verfahrens bei. Wesentliche Aspekte in diesen Zusammenhang sind **die Automatisierung der Datenverarbeitung** sowie eine **effiziente Gestaltung der Qualitätskontrolle**. Das Verfahren wird wiederholt eingesetzt werden. Daher wird es in der Regel sinnvoll sein, bei der Verfahrensentwicklung der effizienten Wiederholbarkeit von Datenerfassungs- und -verarbeitungsprozessen Priorität gegenüber nur einmalig erzielbaren Effizienzsteigerungen einzuräumen.

Die Effizienz wird vom gewählten **Datenhaltungssystem** für das Bewertungsverfahren beeinflusst. Mit üblichen Datenstandards kompatible Systeme sind in der Regel aufgrund des geringen Aufwands bei der Datenmigration vorteilhaft. Bei der Auswahl von Softwarelösungen ist zur Sicherstellung der langfristigen Nutzbarkeit auf die **langfristige Kompatibilität** mit üblichen Betriebssystemen sowie auf die gesicherte Abwärtskompatibilität nach Produktentwicklungen zu achten. Ferner sollte das System flexibel an veränderte Rahmenbedingungen angepasst werden können, einfach handhabbar sein und möglichst mit üblichen IT-Kenntnissen bedient werden können, damit aufwändige Mitarbeiterschulungen und Einarbeitungszeiten bei eventuellen Mitarbeiterwechseln vermieden werden können.

Die Effizienz des Verfahrens wird zu einem wesentlichen Anteil vom Automatisierungsgrad der Datenverarbeitung bestimmt werden. Die Effizienz und Fehlerfreiheit einer automatischen Datenverarbeitung wird verbessert, wenn eine redundante Datenhaltung vermieden wird. Die Datenhaltung und Verarbeitung innerhalb eines **Datenbanksystems** bietet sich hierzu an. Die eindeutige Aufbereitung von Datensätzen ist sicherzustellen, damit der Zugriff und die Weiterverarbeitung fehlerfrei erfolgen können. Die eindeutige Form von Datensätzen ist besonders dann gefährdet, wenn eine Information aus mehreren (Teil-)Quellen übernommen wird oder die originäre Quelle auf manuellen Datenerfassungen beruht.

Die Verarbeitung von Daten innerhalb von Datenbanksystemen erfordert bei komplexeren Vorgängen (wie z.B. der Anwendung einer Nutzenfunktion zur Bestimmung des Zielerreichungsgrads) in der Regel die **Programmierung von Anweisungen**. Für die einfache Handhabung kann es sinnvoll sein, zusätzliche Datenschnittstellen zu geeigneten Datenverarbeitungsprogrammen wie Tabellenkalkulationsprogrammen oder spezialisierter Softwareprodukte herzustellen. Die sukzessive Datenverarbeitung über mehrere Datenhaltungs- und Verarbeitungsprogramme erfordert die Festlegung von entsprechenden Berechnungsabläufen.

Bei der Menge an Maßnahmen und der Bearbeitungszeit einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung ist trotz Qualitätskontrollen davon auszugehen, dass im Verlauf der Bearbeitung Maßnahmen oder Informationen überprüft und/oder verändert werden müssen. Unsicherheiten bezüglich der Aktualität von Grundlagen und Ergebnissen können zu aufwändigen Prüfvorgängen und nicht verwertbaren Bearbeitungsschritten führen. In diesem Zusammenhang hat sich die Etablierung von Möglichkeiten zur **Versionierung** von Datengrundlagen und Bewertungsergebnissen bewährt.

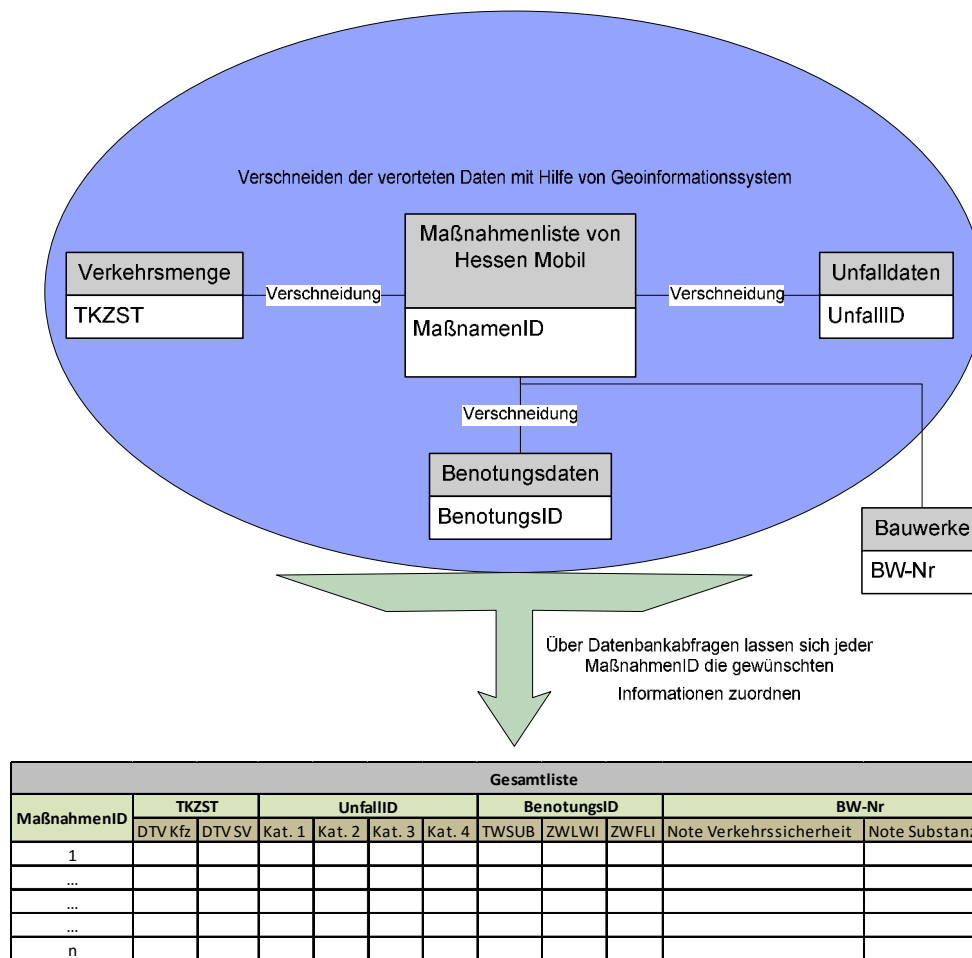


Abbildung 55: Beispiel für die Verknüpfung von Grundlagendaten über eine Datenbankstruktur (DIELEMAN ET AL. 2014)

### Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Hinweise für die Entwicklung eines Datenverarbeitungssystems

- ➔ Bei der Verfahrensentwicklung sind Verfahren vorzusehen, die eine frühzeitige Identifikation von Datenfehlern bei der Verfahrensanwendung sicherstellen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung sind eindeutige Vorgaben aufzustellen, wie die relevanten Datengrundlagen für eine Verfahrensanwendung aufzubereiten sind.
- ➔ Die Verwendung von verbreiteten Datenstandards und Softwarelösungen ist anzustreben.
- ➔ Eine redundante Datenhaltung ist zu vermeiden.
- ➔ Eine Versionierung von Datengrundlagen und Bewertungsergebnissen ist vorzusehen.

## 10.3 Festlegung einer Organisationsstruktur

### 10.3.1 Ebenen der Beteiligung

Das Erfordernis einer sorgfältigen Organisation der Dringlichkeitsbewertung (im Sinne einer Regelung der Verteilung von Aufgaben und Kompetenzen sowie der Abwicklung von Arbeitsprozessen) folgt aus einer Vielzahl an behandelten Aufgabenfeldern.

**Die Beteiligung von relevanten Akteuren ist frühzeitig sicherzustellen.** Durch eine geeignete Projektorganisation soll die Beachtung aller relevanten Ziele und Wirkungen für die Verfahrensgestaltung und die Berücksichtigung der spezifischen Rahmenbedingungen wie Datenverfügbarkeit, verwaltungsinterne Planungsabläufe und Zuständigkeiten gewährleistet werden. Eine gute Projektorganisation ist daher für den effizienten Ablauf und die Akzeptanz der Ergebnisse des Verfahrens eine wichtige Voraussetzung.

Eine maßnahmenartübergreifende Verfahrensgestaltung erfordert im Allgemeinen die Beteiligung von mehreren verwaltungsinternen Fachabteilungen sowie ggf. weiteren verwaltungsexternen Betroffenen, Interessenvertreter und Fachplaner. Nach (VGL. FGSV 2012C) sind der **Kreis der Beteiligten** sowie **Umfang und Intensität der Beteiligung** abhängig von:

- Verfahrensart,
- der Planungsebene,
- dem Planungsgegenstand,
- dem räumlichen Bezug und
- der Dauer des Planungsprozesses,

werden aber auch vom Selbstverständnis der Politik und der zuständigen Fachverwaltung beeinflusst.

Da es sich bei der vorliegenden Fragenstellung um ein informelles Verfahren handelt, ist der Kreis der zu beteiligenden Akteure nicht formal festgelegt. Mögliche Akteure für eine Beteiligung werden nach (VGL. SCHÄFER 1992) nach mehreren Ebenen unterschieden:

Die **institutionelle Ebene** stellt den inneren Kreis der Planung dar. Sie umfasst im Wesentlichen die Planungsbehörden, die Fachverwaltungen, Politik, Beiräte und die Träger öffentlicher Belange. Diese Ebene lässt sich weiter nach der **Fachebene** und der **Entscheidungsebene** differenzieren (VGL. FGSV 2012C). Die **organisierte Ebene** umfasst Interessenträger und -verbände, die ökonomische, berufliche, verkehrsbezogene, bürgerschaftliche oder gesellschaftliche Interessen vertreten. Zur **Ebene der Allgemeinheit** zählt die Bevölkerung in unterschiedlichen Zielgruppenzusammenhängen und Rollen.

### 10.3.2 Aufgaben und Zuständigkeiten

Aufgrund der unterschiedlichen Aufgaben ist es sinnvoll, bei der Prozessbeteiligung nach den Phasen der Verfahrensentwicklung und der Verfahrensanwendung zu unterscheiden.

#### Verfahrensentwicklung

Bei der Verfahrensentwicklung ist sicherzustellen, dass alle relevante Ziele und Wirkungen erfasst und deren angemessene Berücksichtigung in das Verfahren sichergestellt werden. Eine **regelmäßige Prozessbeteiligung der verwaltungsinternen Fachabteilungen**, die sich direkt mit der Planung von Straßenbaumaßnahmen befassen, ist daher in jedem Fall empfehlenswert. Dies kann z.B. über die Bildung einer Arbeitsgruppe erfolgen.

Darüber hinaus kann es zweckmäßig sein, weitere **indirekt betroffene verwaltungsinterne Fachabteilungen** (z.B. Umwelt, Finanzen, Wirtschaft, Tourismus, Stadt- oder Landesentwicklung) über die Verfahrensentwicklung zu informieren und bei relevanten fachbezogenen Fragestellungen die hier vorhandene Expertise zu nutzen. Dieser Kreis der indirekt Betroffenen kann zur Wahrung der Arbeitseffizienz weniger intensiv beteiligt werden, z.B. indem eine erweiterte Arbeitsgruppe mit geringerer Tagungshäufigkeit gebildet wird oder diese Gruppe der Beteiligten jeweils fallbezogen beteiligt wird.

Inwiefern die Beteiligung von darüber hinausgehenden **verwaltungsexternen institutionellen oder organisierten Betroffenen** zweckdienlich ist, hängt auch von der spezifischen Ausgangssituation ab. Vor Ausdehnung des Kreises der Beteiligten auf verwaltungsexterne Gruppen sollte kritisch geprüft werden, ob die Belange von z.B. Verkehrsbetrieben, Ver- und Entsorgungsunternehmen, Bürgerinitiativen und sonstigen Interessengruppen und Träger öffentlicher Belange auch ohne deren direkte Beteiligung bei der Erarbeitung des Verfahrens angemessen berücksichtigt werden können. Dies kann z.B. aufbauend auf Erfahrungen der mit der Realisierung von Planungsvorhaben betrauten verwaltungsinternen Fachabteilungen geschehen. Hierbei ist zu beachten, dass das zu entwickelnde Entscheidungsverfahren nicht für Aussagen über die Auswirkungen von einzelnen Maßnahmen konzipiert wird. Die Zulässigkeit sowie die absolute und relative Vorteilhaftigkeit jeder Einzelmaßnahme wird vorausgesetzt und ist – sofern erforderlich – jeweils über gesonderte geeignete Beteiligungsverfahren (Planfeststellungsverfahren, Bauleitplanung) sicherzustellen. Nichtsdestotrotz kann zur Berücksichtigung von besonderen Belangen die Einbindung von weiteren Interessenvertretern (fallbezogen) zweckdienlich sein. Als Grundsatz gilt, dass die im Rahmen der Verfahrensentwicklung getroffenen Festlegungen, die der späteren Entscheidungsfindung zugrunde liegen werden, über die institutionelle Ebene hinaus kommunizierbar und für die Betroffenen nachvollziehbar sein sollten.

Das entwickelte Verfahren soll die Entscheidungsfindung der entscheidungslegitimierten politischen Gremien (**Entscheidungsebene**) unterstützen. Daher muss die Verfahrensgestaltung für diese Gremien nachvollziehbar sein. Eine besondere Bedeutung hat die Festlegung der Verfahrensziele und die Gewichtung der Ziele untereinander, die in der Verantwortung dieser Gremien liegen. Politische Vorstellungen sollten sofern möglich den zutreffenden übergeordneten Leit- oder Rahmenplanungen entnommen werden. Weitere Vorstellungen können direkt bei Vertretern der Politik abgefragt werden, es ist aber sicherzustellen, dass diese strukturiert in die Verfahrensentwicklung einfließen. Vor Implementierung des (durch die Fachebene) entwickelten Verfahrens ist eine Rückkopplung mit der Entscheidungsebene (Politik) erforderlich.

Die **Identifikation der relevanten Akteure ist ein wichtiger Arbeitsschritt im Rahmen der Analyse des Kontexts der Entscheidungsfindung**. Da aufgrund des umfangreichen und breiten Wirkungsspektrums in der Regel erst durch das Mitwirken dieser Akteure der Kontext der Entscheidungsfindung vollständig erfasst werden kann, sollte diese Identifikation der Akteure sowie die Regelung, wie diese bei der Verfahrensgestaltung eingebunden werden, möglichst frühzeitig erfolgen. Es bietet sich daher an, nach einer ersten Erfassung der grundlegenden Rahmenbedingungen für die Verfahrensgestaltung die relevanten Akteure zu identifizieren. Aufbauend auf dieser ersten Erfassung ist dann eine **geeignete, ausreichend flexible Organisationsstruktur** festzulegen, mit der die anschließende Bearbeitung z.B. über eine verwaltungsinterne Arbeitsgruppe mit den fachlich berührten Dienststellen, weitergeführt werden kann. Ein generell anwendbares Konzept für die Projektorganisation gibt es hierzu allerdings nicht. Diese ist in Abhängigkeit von der Verwaltungsorganisation und ggf. weiteren spezifischen Rahmenbedingungen festzulegen.

Die Aufstellung eines methodisch korrekten Verfahrens erfordert entsprechende Expertise auf diesem Gebiet. Die verwaltungsinterne Verfügbarkeit von Expertise im Bereich der Aufstellung von Entscheidungsverfahren kann nicht vorausgesetzt werden. Es kann daher sinnvoll sein, **externe Fachplaner mit der Verfahrensentwicklung** zu betrauen oder die Entwicklung von externen Fachplanern beratend begleiten zu lassen.

Darüber hinaus sollte Klarheit über die **Motivlage der Akteure** bestehen. Besondere Belange von Akteuren, die einer auf die Allgemeinheit bezogenen optimierten Entscheidungsfindung entgegenwirken könnten (z.B. das Streben nach einem möglichst hohen Anteil an finanzierbaren Maßnahmen aus dem eigenen Zuständigkeitsbereich zur Stärkung der Bedeutung der Abteilung innerhalb der Verwaltung), sollten idealerweise bekannt sein. Damit die unterschiedlichen Belange insbesondere der (direkt) Beteiligten ausgewogen und im Sinne der Verfahrensziele berücksichtigt werden, sollte eine Stelle federführend mit der Verfahrensentwicklung betraut werden. Diese Stelle sollte objektiv in seinem Handeln sein. Die Stelle sollte daher sowohl über erforderliche Fachkenntnisse verfügen als auch unabhängig von den Belangen einzelner Fachabteilungen agieren können.

### **Verfahrens Anwendung**

Für die Verfahrensanwendung ist sicherzustellen, dass die für das Verfahren erforderlichen **Informationen rechtzeitig und in der entsprechenden/nötigen Aufbereitung** zur Verfügung gestellt werden. Ferner ist sicherzustellen, dass bei der Verfahrensentwicklung eingeplante **personelle oder finanzielle Unterstützungsleistungen** auch im Anwendungsfall tatsächlich abgerufen werden können. Die an diesen Vorgängen beteiligten Akteure sind im Rahmen der Verfahrensgestaltung insbesondere in Vorbereitung auf Entscheidungen zur konkreten Gestaltung des Verfahrens zu beteiligen. Es ist zu gewährleisten, dass die angestrebten Verfahrensabläufe in der Praxis auch umsetzbar sind und evtl. erforderliche Veränderungen bei bestehenden Prozessabläufen, z.B. zur Datenerfassung und -aufbereitung, auch rechtzeitig und dauerhaft umgesetzt werden können.

Als ein wesentliches Ergebnis der Verfahrensentwicklung ist daher die Festlegung einer verbindlichen **Organisationsstruktur für die Vorbereitung und Durchführung der Entscheidungsfindung** mit Benennung von Zuständigkeiten, Aufgaben, Bearbeitungsfristen und der von den einzelnen Stellen bereitzustellenden Ressourcen zu sehen. Diese Organisationsstruktur wird im Kern auf die Fachebene (Fachverwaltung und -behörden) und die politische Entscheidungsebene begrenzt sein. Damit die Belange von weiteren Aufgabenträgern berücksichtigt werden können, sollten die erforderlichen Datenübergaben und Informationsaustauschprozesse durch und mit verwaltungsexternen Stellen in der Organisationsstruktur berücksichtigt werden.



## Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Hinweise für die Festlegung einer Organisationsstruktur

- ➔ Die Beteiligung von relevanten Akteuren ist frühzeitig sicherzustellen
- ➔ Die relevanten Akteure sind im Rahmen der Analyse des Kontexts der Entscheidungsfindung zu identifizieren.
- ➔ Bei der Prozessbeteiligung ist zwischen den Phasen der Verfahrensentwicklung und der Verfahrensanwendung zu unterscheiden.
- ➔ Fachabteilungen, die sich direkt mit der Planung der Straßenbaumaßnahmen befassen, sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung regelmäßig zu beteiligen.
- ➔ Sonstige Fachstellen sind bei der Verfahrensentwicklung bei Bedarf hinzuzuziehen.
- ➔ Die Beteiligung von verwaltungsexternen institutionellen oder organisierten Betroffenengruppen ist fallspezifisch zu beurteilen.
- ➔ Ggf. sind bei der Verfahrensentwicklung externe Fachplaner einzubeziehen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung sollte für den Anwendungsfall eine verbindliche Organisationsstruktur entwickelt werden.

## 10.4 Festlegung einer Dokumentationsstruktur

### 10.4.1 Verfahrensentwicklung

Zur Einhaltung der Anforderungen an **Nachvollziehbarkeit und Effizienz** vor dem Hintergrund einer periodischen Wiederholung des Verfahrens ist eine ausführliche Dokumentation von Arbeitsschritten und Ergebnissen der Verfahrensentwicklung erforderlich. Darüber hinaus ist eine Anleitung für die Anwendung des Verfahrens aufzustellen. Auf Inhalte der Dokumentation der Verfahrensentwicklung wurde bereits an mehreren Stellen dieser Arbeit eingegangen.

Eine eindeutige Strukturierung der Dokumentation erleichtert die Verfahrensanwendung bei künftigen Entscheidungsprozessen und trägt zu einer Sicherstellung der langfristigen Fehlerfreiheit des Verfahrens bei. Hierzu bietet sich eine Dokumentation auf der Grundlage von mehreren, thematisch zusammenhängenden und aufeinander referenzierten Teil-Dokumenten an. Durch Versionierung der Dokumente und gesonderte Festhaltung von Anpassungen können im Laufe der Zeit durchgeführte Veränderungen nachvollzogen werden.

Nachfolgend ist beispielhaft eine Übersicht an Teil-Dokumenten dargestellt, die zur Dokumentation der Verfahrensentwicklung und als Anleitung für die Verfahrensimpementation sinnvoll sind.

Dokument [Art]	Beschreibung	Inhalte	Beispiel
<b>Verfahrens- dokumentation</b> [Textdokument]	Zusammenfassung aller relevanten Informationen zur Verfahrensentwicklung	Anlass und Vorgehensweise Maßnahmenarten Verwendete Datengrundlagen Beteiligung, Abstimmung, Organigramme Verfahrensablauf und -Vorschriften Ergebnisse der Plausibilitätsprüfung Offene Fragestellungen, Ausblick zur Weiterentwicklung Übersicht Quellen und Teildokumente	
<b>Zentraldokument Verfahren</b> [Grafik, Listen, Ablaufdiagramme]	Darstellung aller relevanten Verfahrenselemente	Verfahrenskomponenten Verfahrensablauf Dokumentationsstruktur EDV/Datenstruktur Vorschriften Fortschreibung/Anwendung des Verfahrens	
<b>Zentraldokument Festlegung Wirkungsrelevanz</b> [Tabellen, Listen]	Zusammenfassung Festlegung und Begründung von Wirkungsermittlungen	Wirkungsmatrix Empfindlichkeit, Erfassbarkeit und Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern Festlegungen und Begründungen	Tabelle 13 Anlage 6.1 / Anlage 3, S.A3-5 ff.
<b>Datengrundlagen</b> [Listen]	Metainformation zu den verfügbaren Datengrundlagen für die Maßnahmen- beschreibung	Quelle Erfassungsweise Art der Datenaufbereitung Zeitpunkt und Intervall der Erfassung Vollständigkeit Bewertung Qualität/VerlässlichkeitVerwendungsstellen der Daten im Verfahren	Anlage 6.2
<b>Wirkungs- beschreibungen</b> [Textdokument, Formelsammlung, Ablaufdiagramme]	Detailinformation zur Festlegung der Wirkungsbeschreibung	Formalisierungsregel je Wirkungsbereich/Teilwirkungsbereich Anwendbarkeit nach Maßnahmenkategorien Gültigkeit Ergebnisse Ableitung und Begründung von Konstanten Ableitung von Normierungsfaktoren Quellenverzeichnis	Anlage 3: S. A3-5 ff. / Anl. 6.3
<b>Normierungen</b> [Textdokument, Berechnungen]	Detailinformation zu den gewählten Normierungsansätzen	Vorgehensweisen, Festlegungen und Begründungen zu: Betrachtungszeitraum Normierungen von Datengrundlagen Zielfunktionen / Gewichtungen Zielkriterien	Beispiel Abschnitt 8.2 / Anlage 3: S. A3-5 ff.

Dokument [Art]	Beschreibung	Inhalte	Beispiel
<b>Bewertungs- variablen und - konstanten</b> [Liste]	Übersicht über die verwendeten Variablen und Konstanten	Bezeichnung Dimension Beschreibung Berechnungsvorschrift (Konstanten) Quelle Verwendungsstellen im Verfahren	Anlage 6.4
<b>Protokolle Verfahrens- entwicklung</b> [Textdokument]	Protokollierung der getroffenen Festlegungen	Datum Tagesordnung Teilnehmer Entscheidungen (wer, was) Aufgaben (wer, was, wann)	
<b>Zentraldokument Zielsystem</b> [Text, Grafiken, Listen]	Darstellung der Festlegungen zum Zielsystem	Ziele und Unterziele (Zielbaum) Zielkriterien Anspruchsniveaus und Zielfunktionen Begründungen	
<b>Analyse vorliegender Verfahren</b> [Textdokument]	Ergebnisse der Analyse vorliegender Verfahren	Verfahren Anwendungsbereiche Zielsysteme/Wirkungsermittlungen Bewertung Übertragbarkeit/Datenübernahme	Anlage 2
<b>Anforderungen an Maßnahmenmeldun g</b> [Textdokument, Listen]	Spezifikation der Datenübergabe bei Maßnahmenmeldung	Zuständigkeiten und Lieferfristen Datenfelder und Datenformate, Dateiformate Erforderliche Informationen Anforderungen an die Informationen Art der Kennzeichnung von Datenfehlern	
<b>Anforderungen Übergabe Datengrundlagen</b> [Textdokument, Listen]	Spezifikation der Datenübergabe	Nach Datensätzen und Datenlieferanten getrennt: Beschreibung des Datensatzes Anforderungen an Qualität Vorschriften zur Datenübergabe (Datensätze, Datenformate, Dateiformate)	
<b>Checkliste Verfahrens- durchführung</b> [Textdokument, Listen, Ablaufdiagramme]	Kurzanleitung zur Verfahrens- durchführung	Verfahrensablauf Zeitbedarf Kernaufgaben	
<b>Vorschriften Verfahrens- anpassung</b> [Textdokument]	Kurzanleitung für künftige Verfahrens- fortschreibungen	Zuständigkeiten Vorgaben Veränderungsdokumentation Erforderliche Ergebniskontrollen	

Dokument [Art]	Beschreibung	Inhalte	Beispiel
<b>Organisationsstruktur</b> [Textdokument, Grafiken, Listen]	Gesamtübersicht und Prozessdarstellungen aus Sicht der einzelnen Beteiligten	Beteiligte, Rolle, Verantwortlichkeiten, Aufgaben Bearbeitungsfristen, Lieferfristen, Kommunikationswege	
<b>Datenverarbeitung</b> [Textdokument, Ablaufdiagramme, Listen]	Details zur (automatischen) Datenverarbeitung	Systemvorgaben und Anforderungen Datenbankaufbau Datenfelddefinition Datentransformationsvorgaben Dokumentation Programmkodierung	

Tabelle 16: Dokumentation im Rahmen der Verfahrensentwicklung

### 10.4.2 Verfahrensanwendung

Im Rahmen einer Verfahrensanwendung zeigt die nachfolgende Übersicht ein Beispiel für sinnvolle Dokumentationsformen.

Dokument [Art]	Beschreibung	Inhalte	Beispiel
<b>Maßnahmen-Informationen</b> [Tabellen]	Übersicht über alle relevanten Informationen je Maßnahme (Datenblatt)	ID Meldeinformationen (Kategorie, Lage, Kosten, ...) zugehörige Mindestmaßnahme Maßnahmen-ID von interdependenten Maßnahmen Zustandsinformationen und Maßnahmenwirkung (Zustand ohne/mit Maßnahme) Bewertung Zwischenergebnisse / Endergebnisse Entscheidungsklasse	Anlage 7.1
<b>Bewertungs-übersicht</b> [Tabellen]	Übersicht mit Klassifizierung der Maßnahmen	ID, Maßnahmenkategorie, Lage, Entscheidungsklasse	Anlage 7.2
<b>Auswertungen (Tabellen, Grafiken)</b>	Thematische Zusammenfassung der Bewertungsergebnisse	Zusammenfassung nach Maßnahmenkategorien, Zuständigkeitsbereichen, Kosten, ...	Anlage 5
<b>Bewertungs-übersicht</b> [Plan]	Plandarstellung mit Maßnahmen und Klassifizierung	Georeferenzierte Maßnahme, ID, Art, Entscheidungsklasse	Anlage 7.3
<b>Gesamtdokument Durchführung</b> [Bericht]	Dokumentation der Durchführung	Kurzbeschreibung der durchgeführten Arbeitsschritte Organisationsstruktur, Beteiligung Vorgenommene Veränderungen am Verfahren Verwendete Datengrundlagen Zusammenfassung und Interpretation der Ergebnisse	

Dokument [Art]	Beschreibung	Inhalte	Beispiel
<b>Dokument</b> <b>Datengrundlagen</b> <b>[Bericht]</b>	Dokumentation der verwendeten Datengrundlagen, der durchgeführten Modifikationen, Zwischen- und Endergebnisse der Wirkungsermittlung und -bewertung	Datenart, Bezugsquelle, Stand, Datensätze	

Tabelle 17: Dokumentation im Rahmen der Verfahrensanwendung

### Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Hinweise für die Festlegung einer Dokumentationsstruktur

- ➔ Die Dokumentation der Verfahrensentwicklung sollte auf der Grundlage von mehreren, thematisch zusammenhängenden und aufeinander referenzierten Teil-Dokumenten erfolgen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist eine geeignete Dokumentationsstruktur für den Anwendungsfall zu entwickeln

## 10.5 Folgerungen und Hinweise für die Verfahrensentwicklung

Im Rahmen der Verfahrensentwicklung wird ein wesentlicher Teil des Aufwands in die Abstimmung und Dokumentation des Verfahrens sowie in die Entwicklung eines Datenhaltungssystems fließen. Für eine zielgerichtete Verfahrensentwicklung ist eine frühzeitige Planung dieser Aufgaben sinnvoll (Planung der Planung).

Als Ergebnis der Verfahrensentwicklung sind ferner wesentliche Aufgaben und Voraussetzungen für die (spätere) Verfahrensanwendung in möglichst hoher Verbindlichkeit festzulegen. Hierzu gehören z.B. die Festlegung von:

- Einzelschritten im Verfahrensablauf und deren Abhängigkeiten untereinander (Ablaufschemas),
- Zuständigkeiten und Aufgaben von Akteuren für die Einzelschritte,
- Zeitbedarf für die Durchführung der Einzelschritte und der vollständigen Verfahrensanwendung, Definition von Meilensteinen,
- Kostenschätzung für die Verfahrensanwendung.

Die Informationen sollen eine rechtzeitige und mit den erforderlichen personellen und finanziellen Ressourcen ausgestattete Verfahrensinisierung sicherstellen. Außerdem sollen diese die Ausschreibung von (Teil-)Leistungen ermöglichen.

Als Teil der Verfahrensanwendung ist eine Wirkungskontrolle (der vorangegangenen Anwendung) und Verifizierung der verschiedenen Verfahrenskomponenten hinsichtlich Aktualität und Vollständigkeit im Verfahrensablauf durchzuführen.

---

## 11 Fazit und Ausblick

---

In der vorliegenden Arbeit wurden Hinweise für die Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung erarbeitet. Die Arbeit soll damit zu einer nachhaltigeren Verwendung von begrenzten Finanzmitteln bei Erhaltung und Ausbau von Straßennetzen beitragen. Hierzu wurden, aufbauend auf anerkannten und erprobten Bewertungsverfahren der Verkehrsplanung, offene und typische Aufgabenstellungen für die Entwicklung von maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertungen von Straßenbaumaßnahmen identifiziert. Verfahrensziele und -anforderungen wurden abgeleitet und ausgewählte Verfahrenselemente auf allgemeingültige Ebene ausgearbeitet. Aufbauend auf diesen Grundlagen, wurden systematisch praxisorientierte Hinweise für die Verfahrensentwicklung formuliert.

Die erarbeiteten Hinweise sind eine Ergänzung zu den bereits im Regelwerk verankerten Hinweisen zur Gestaltung von Entscheidungsverfahren und berücksichtigen zahlreiche zusätzliche Anforderungen. Sie wurden auf der Grundlage von Erfahrungen, die im Rahmen der Entwicklung und mehrmaligen Anwendung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung gesammelt wurden, erstellt. Eine Zusammenfassung der erarbeiteten Hinweise ist Anlage 1 zu entnehmen.

Nicht alle Aspekte der Verfahrensentwicklung konnten im Rahmen der vorliegenden Arbeit erschöpfend behandelt werden. Verbleibende weitere Aufgaben zur Absicherung und Konkretisierung der gewonnenen Ergebnisse sind:

- Weiterentwicklung der Wissensbasis für die maßnahmenartübergreifende Wirkungsermittlung
- Weiterentwicklung und Etablierung von maßnahmenartübergreifenden Bewertungsstandards für die Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung
- Weiterentwicklung des Konzepts von Mindestmaßnahmen und Verifizierung der praktischen Anwendbarkeit
- Entwicklung einer Rahmenarchitektur für die Datenverarbeitung und Dokumentation bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von Straßenbaumaßnahmen
- Ergänzung und Verifizierung der bisher gesammelten Erfahrungen bei der Entwicklung von Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung um weitere Fallbeispiele

Darüber hinaus wurde im Rahmen dieser Arbeit für die folgenden Punkte Handlungsbedarf grundsätzlicher Art identifiziert:

- Weiterentwicklung und Implementation von Verfahren zur Reduzierung der Unsicherheit und zur Bestimmung der Robustheit von Bewertungsergebnissen in der Verkehrsplanung
- Weiterentwicklung und Implementierung von standardisierten Systemen für die integrierte Erfassung von infrastrukturbezogenen Informationen
- Weiterentwicklung von Verfahren zur Optimierung der Durchführung von Straßenbaumaßnahmen im Netzzusammenhang als weiterer Baustein der Nutzenoptimierung von Straßenbaumaßnahmen

Schließlich kann eine um weitere Bausteine der Verfahrensgestaltung ergänzte Aufbereitung der Inhalte der vorliegenden wissenschaftlichen Arbeit die Entwicklung von maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertungsverfahren vereinfachen und unterstützen.

---

**Literaturverzeichnis**


---

- ADAC 2011 Allgemeiner Deutscher Automobil-Club e.V (ADAC): Erhaltungsmanagement für kommunale Straßen: Umfassende Grundlagen, Detaillierte Bausteine, Zielgerichtete Strategien. München, 2011
- ADAM 1997 Adam, D.: Planung und Entscheidung: Modelle - Ziele - Methoden ; mit Fallstudien und Lösungen. Gabler. Wiesbaden, 1997
- AHRENS ET AL. 2011 Ahrens, G.-A./ Kabitzke, U.: Zukunft von Mobilität und Verkehr: Auswertungen wissenschaftlicher Grunddaten, Erwartungen und abgeleiteter Perspektiven des Verkehrswesen in Deutschland ; Forschungsbericht FE-Nr.: 96.0957/2010. Techn. Univ. Fak. Verkehrswissenschaften "Friedrich List". Dresden, 2011
- AMSCHEL ET AL. 2006 Amschel, K.-H./ Bosserhof, D./ Follmann, J./ Novotny, T./ Schulz, A.: Handbuch für Verkehrssicherheit und Verkehrstechnik: Teil 1. Reihe: Heft 53/2. Wiesbaden, 2006
- APPEL 1992 Appel, H. P.: Grundsätze der Beurteilung und Abwägung in der kommunalen Verkehrsplanung, 12/97. In: Bracher, Haag, Holzappel, Kieper, Lehmbrock, Reutter (Hrsg.). Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung : Wichmann; Economica-Verlag. Berlin, Bonn, 1992
- AVISO ET AL. 2014 AVISO GmbH (AVISO)/ BUNG Beratende Ingenieure (BUNG): Entwicklung eines Verfahrens zur Plausibilisierung von Investitionskosten von angemeldeten Verkehrsinfrastrukturvorhaben im Rahmen der BVWP: (Los 1). Aachen, 2014
- BACKHAUS ET AL. 2008 Backhaus, K./ Erichson, B./ Plinke, W./ Weiber, R./ Backhaus, K.: Multivariate Analysemethoden: Eine anwendungsorientierte Einführung. Springer. Berlin, 2008
- BADK 2011 Bundesarbeitsgemeinschaft Deutscher Kommunalversicherer (BADK): Haftungsrechtliche Organisation im Interesse der Schadenverhütung. Reihe: BADK-Sonderhefte. Köln, 2011
- BALLA ET AL. 2012 Balla, S./ Günnewig, D./ Hanusch, M.: Strategische Umweltprüfung für den Bundesverkehrswegeplan. In: *Internationales Verkehrswesen* 64 (2012), Nr. 5, S. 45–49
- BARGSTÄDT ET AL. 2010 Bargstädt, H.-J./ Orbanz, D./ Hörold, S.: Bestimmung des Aufwands für den Straßenbetriebsdienst bei Berücksichtigung des Straßenzustands. In: *Straßenverkehrstechnik* 54 (2010), Nr. 9, S. 561–572
- BARTOLOMEAUS 2010 Bartolomeaus: Lärmarme Straßenbeläge Innerorts: Messung von Straßenverkehrsemissionen. Bergisch Gladbach, 2010 Stand: 29.10.2012
- BAST 2015 Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt). URL: [http://www.bast.de/nn\\_42748/DE/Aufgaben/abteilung-b/referat-b4/bms/bms.html](http://www.bast.de/nn_42748/DE/Aufgaben/abteilung-b/referat-b4/bms/bms.html)
- BAST 2008 Bundesanstalt für Straßenwesen (BASt): Bauwerk-Management-System (BMS). URL: <http://www.bast.de/DE/FB-B/Fachthemen/b4-bms/b4-bms.html> Stand: 19.04.2015
- BICKEL ET AL. 2006 Bickel, P./ Arampatzis, G./ Burgess, A./ Esposito, R./ Friedrich, R./ Hunt, A./ Jonckhoff, W./ Kelly, C./ Laird, J./ Lieb, C./ Navrad, S./ Odgaard, T./ Ricci, A./ Rustenburg, M./ Sieber, N./ Tavasszy, L./ Traedal, Y.: HEATCO: Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment. Final Technical Report. Reihe: FP6-2002-SSP-1/502481. Stuttgart, 2006
- BMVBS 2007 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Richtlinie zur einheitlichen Erfassung, Bewertung, Aufzeichnung und Auswertung von Ergebnissen der Bauwerksprüfungen nach DIN 1076 RI-EBW-PRÜF. November 2007
- BMVBS 2009 Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Verkehrsinvestitionsbericht 2008. Reihe: Drucksache 16/11850. Berlin, 2009
- BMVBS 2010a Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Verkehrsinvestitionsbericht 2009. URL: <http://dipbt.bundestag.de/dip21/btd/17/004/1700444.pdf> Stand: 27.05.2011
- BMVBS 2010b Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Verkehrsinvestitionsbericht 2010: für das Berichtsjahr 2009. Reihe: Drucksache 17/4980. Berlin, 2010
- BMVBS 2013a Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung (BMVBS): Grundkonzeption für den Bundesverkehrswegeplan 2015: bedarfsgerecht - transparent - herausfordernd. Entwurf. URL: <http://www.bmvbs.de/cae/servlet/contentblob/102626/publicationFile/70296/bvwp-2015-grundkonzeption-entwurf.pdf> Stand: 09.02.2013
- BMVBS 2013b Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Stadtentwicklung (BMVBS): Anweisung Straßeninformationsdatenbank: Segment Bauwerksdaten. Reihe: Sammlung Brücken- und Ingenieurbau. Berlin, 2013
- BMVBW 2002 Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW): Bundesverkehrswegeplan 2003. Grundzüge der gesamtwirtschaftlichen Bewertungsmethodik. Berlin, 2002

- BMVBW 2003 Bundesministerium für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen (BMVBW): Bundesverkehrswegeplan 2003: Grundlagen für die Zukunft der Mobilität in Deutschland. Berlin, 2003
- BMVI 2014 Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI): Grundkonzeption für den BVWP 2015. Bonn, 2014
- BOLTZE 2010 Boltze, M.: Verkehrsplanung und Verkehrstechnik III: Teil I-1 Verkehrsplanung –Verfahren der Verkehrsplanung (WS 2009/2010). Vorlesung. Darmstadt, 2010.
- BOLTZE 1992 Boltze, M.: Zur Bewertung von Managementmaßnahmen und neuen Techniken im Verkehr. In: *Straßenverkehrstechnik* (1992), Nr. 4, S. 190–1996
- BOLTZE ET AL. 2005 Boltze, M./ wolfermann, A./ Schäfer, P.: Leitfaden Verkehrstelematik: Hinweise zur Planung und Nutzung in Kommunen und Kreisen. Darmstadt, 2005
- BOSCH&PARTNER ET AL. 2010 Bosch&Partner GmbH/ TU Berlin/ Planco Consulting GmbH/ Dr. Dammert&Steinroth Rechtsanwälte: Erarbeitung eines Konzepts zur "Integration einer strategischen Umweltprüfung in der Bundesverkehrswegeplanung". FE-Vorhaben 96.0904/2007. 2010
- BRANNOLTE 1998 Brannolte, U.: Monetäre Bewertung - Verfahrenspraxis der Verkehrsplanung: BVWP und EWS. In: Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV) (Hrsg.): Kosten und Nutzen des Verkehrs : Neuere Entwicklungen der gesamtwirtschaftlichen Bewertung. FGSV-Kolloquium am 17. und 18. Februar 1998 in Freiburg. Köln, 1998, S. 27–33
- BGB, 2014 Bundesministerium der Justiz und für Verbraucherschutz: Bürgerliches Gesetzbuch (BGB) (idF v. 02.01.2002) (2014-07-22). URL: <http://www.gesetze-im-internet.de/bgb/BJNR001950896.html#BJNR001950896BJNG000102377> Stand: 06.12.2014
- FStrG, 2013 Bundesministeriums der Justiz: Bundesfernstraßengesetz (FStrG) (idF v. 28. Juni 2007) (2013-05-31). URL: [www.juris.de](http://www.juris.de) Stand: 06.12.2014
- CED ET AL. 2011 CE Delft (CED)/ Infras/ Fraunhofer ISI: External costs of transport in Europe: Update Study for 2008. Reihe: 1.4215.50. Delft, 2011
- DAEHRE 2012 Kommission Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung (Daehre): Bericht der Kommission "Zukunft der Verkehrsinfrastrukturfinanzierung". Berlin, 2012
- DCLG 2009 Department for Communities and Local Government (DCLG): Multi-criteria analysis: a manual // A manual. Wetherby, 2009
- DEGELMANN ET AL. 2000 Degelmann, R./ Mahmoudi, S./ Vosdellen, L.: Bewertungsverfahren zum Ausbauplan für die Staatsstraßen in Bayern unter Einbezug der EWS. In: *Straße und Autobahn* (2000), Nr. 12, S. 743–752
- DIELEMAN ET AL. 2009 DIELEMAN, O./ BERZ, O./ STURM, P.: Dokumentation Durchführung Dringlichkeitsbewertung. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2009
- DIELEMAN ET AL. 2010 Dieleman, O./ Berz, O./ Stumpf, P./ Sturm, P.: Aktualisierung und Optimierung der Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Straßen: Fortschreibung des Bewertungsverfahrens der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2010.
- DIELEMAN ET AL. 2014 Dieleman, O./ Schwab, C.: Bewertung von Maßnahmen an Landesstraßen 2015 - 2019: Im Auftrag von Hessen Mobil. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2014
- DIU 2008 Deutsches Institut für Urbanistik (DIU): Der Kommunale Investitionsbedarf von 2006 bis 2020. Berlin, 2008
- DUDEN 2013 Dudenredaktion (Hrsg.): Duden, die deutsche Rechtschreibung auf der Grundlage der aktuellen amtlichen Rechtschreibregeln. Berlin, 2013.
- DYCKHOFF ET AL. 2010 Dyckhoff, H./ Spengler, T. S.: Produktionswirtschaft: Eine Einführung. Springer. Berlin, Heidelberg, 2010
- ECK ET AL. 2011 Eck, F./ Stark, S.: Bundesverkehrswegeplan 20xx - Fortschreibung oder Reform. In: *Internationales Verkehrswesen* 63 (2011), Nr. 1, S. 26–28
- ECOPLAN ET AL. 2005 Ecoplan, Forschung und Beratung in Wirtschaft und Politik (Ecoplan)/ Metron Verkehrsplanung AG (Metron): Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr: Kommentar zur VSS-Grundnorm. Bern, 2005
- EUC 2002: Guide to cost-benefit analysis of investment projects: Structural Fund-ERDF, Cohesion Fund and ISPA. 2002
- FGSV 1997a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS). Köln, 1997



- FGSV 1997b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Kommentar Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen: Kommentar EWS. Köln, 1997
- FGSV 1997c Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Kommentar: Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen. Köln, 1997
- FGSV 2001a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Leitfaden für die Verkehrsplanung. Köln, 2001
- FGSV 2001b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt für die Auswertung von Straßenverkehrsunfällen: Teil 2: Maßnahmen gegen Unfallhäufungen. 2001
- FGSV 2001c Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Planung von Erhaltungsmaßnahmen an Straßenbefestigungen (RPE-Stra01). Ausgabe 2001. Köln, 2001
- FGSV 2002a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): H RaS 02 - Hinweise zum Radverkehr außerhalb städtischer Gebiete. Köln, 2002
- FGSV 2002b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): ZTV BEB-StB 02 - Zusätzliche Technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die Bauliche Erhaltung von Verkehrsflächen - Betonbauweisen. Köln, 2002
- FGSV 2003a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlung für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen (E EMI). Köln, 2003
- FGSV 2003b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für die Sicherheitsanalyse von Straßennetzen: ESN. Köln, 2003
- FGSV 2003c Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zur Datenvervollständigung und Datenaufbereitung in verkehrstechnischen Anwendungen. Köln, 2003
- FGSV 2006 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zur regionalen Siedlungs- und Verkehrskonzepten. Köln, 2006
- FGSV 2007a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zur Anwendung von Qualitätsmanagement in kommunalen Verkehrsplanungsprozessen. Köln, 2007
- FGSV 2007b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): RAS - Richtlinien für die Anlage von Stadtstraßen: RAS 06 FGSV Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen, Arbeitsgruppe Straßenentwurf. Köln, 2007
- FGSV 2008a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für integrierte Netzgestaltung (RIN). Köln, 2008
- FGSV 2008b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Vorbereitung und Durchführung der visuellen Zustandserfassung für innerörtliche Verkehrsflächen: Arbeitspapier Nr. 9 K2.2. Köln, 2008
- FGSV 2009 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Handbuch für die Bemessung von Strassenverkehrsanlagen (HBS). Köln, 2009
- FGSV 2010 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung. Köln, 2010
- FGSV 2011a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zum rechtlichen Rahmen der Verkehrsplanung. Köln, 2011
- FGSV 2011b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zur EU-Umweltgesetzgebung in der Verkehrsplanungspraxis. Köln, 2011
- FGSV 2011c Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Zusammenstellung betriebsrelevanter Regelwerke und ihrer Bedeutung für die Praxis: Version 1.9. 2011
- FGSV 2012a Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Begriffsbestimmungen - Teil: Verkehrsplanung, Straßenentwurf und Straßenbetrieb. Köln, 2012
- FGSV 2012b Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Empfehlungen für das Erhaltungsmanagement von Innerortsstraßen: E EMI 2012. Köln, 2012
- FGSV 2012c Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zur Beteiligung und Kooperation in der Verkehrsplanung. Köln, 2012
- FGSV 2012d Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV); Arbeitsgruppe Verkehrsmanagement (Mitarb.): Merkblatt zur Örtlichen Unfalluntersuchung in Unfallkommissionen: M Uko. Köln, 2012
- FGSV 2012e Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): RAL - Richtlinien für die Anlage von Landstraßen. Köln, 2012

- FGSV 2012f Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Richtlinien für die Standardisierung des Oberbaus von Verkehrsflächen: RStO 12. Köln, 2012
- FGSV 2013 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Merkblatt für die Durchführung von Verkehrsschauen: MDV. Köln, 2013
- FGSV 2014 Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Zusätzliche technische Vertragsbedingungen und Richtlinien für die bauliche Erhaltung von Verkehrsflächenbefestigungen - Asphaltbauweisen: ZTV BEA-StB 09/13. Köln, 2014
- FLYVBJERG ET AL. 2003 Flyvbjerg, B./ Holm, M./ Buhl, S.: How common and how large are cost overruns in transport infratructure projects? In: *Transport Revue* 23 (2003), 71-88, S. 1
- FLYVBJERG ET AL. 2005 Flyvbjerg, B./ Holm/ Buhl: How (in)accurate are demand forecasts in public works projects?: The case of transportation. In: *Journal of American Planning association* 71 (2005), Nr. 2, S. 131–146
- FWA ET AL. 2000 Fwa, T./ Chan, W./ Hoque, K.: Multiobjective Optimization for Pavement Maintenance Programming. In: *Journal of transportation engineering* (2000), September/October, S. 367–374
- GDV 2003 Gesamtverband der Deutschen Versicherungswirtschaft e.V. (GDV) (Hrsg.): Sicherung des Verkehrs auf Straßen - SVS: Auswertung von Straßenverkehrsunfällen Teil 1. Berlin, 2003 (12)
- GRAUBNER ET AL. 2010 Graubner, C.-A./ Baumgärtner, A./ Fischer, O./ Haardt, P./ Knauff, A./ Putz, A.: Nachhaltigkeitsbewertung für die Verkehrsinfrastruktur, 2010
- GROßMANN ET AL. 2008 Großmann, A./ Roos, R./ Wenzel, D.: Systematik für eine objektive Dringlichkeitsreihung im Rahmen der Straßenerhaltung in Kommunen. In: *Straße und Autobahn* (2008), Nr. 10, S. 641–647
- GRÜNIG ET AL. 2013 Grünig, R./ Kühn, R.: Entscheidungsverfahren für komplexe Probleme: Ein heuristischer Ansatz. Springer Gabler. Berlin, 2013
- HAARDT 2002 Haardt, P.: Entwicklung eines Bauwerks-Management-Systems für das deutsche Fernstraßennetz Stufe 1 und 2: Schlussbericht zum AP-Projekt 99 245. Bergisch Gladbach, 2002
- HStrG 2004 Hessischer Landtag: Hessisches Straßengesetz (HStrG) (idF v. 8. Juni 2003) (2004-01-01)
- HESSISCHER LANDTAG 2012 Hessischer Landtag: Landeshaushalt: Straßenbauprogramm 2013/2014. Entwurf. Wiesbaden, 2012
- HMF 2012 Hessisches Ministerium der Finanzen: Finanzplan des Landes Hessen für die Jahre 2012 bis 2016 (in Kraft getr. am August 2012) (August 2012). URL: [http://www.hmdf.hessen.de/irj/HMdf\\_Internet?cid=ebc4b93a4a579f0a962cd2ce73f02326](http://www.hmdf.hessen.de/irj/HMdf_Internet?cid=ebc4b93a4a579f0a962cd2ce73f02326)
- HLSV 2011 Hessisches Landesamt für Straßen- und Verkehrswesen (HLSV): Leitfaden Entfallen von Planfeststellung und Plangenehmigung bei Maßnahmen an Bundesfern-, Landes- und Kreisstraßen in Hessen. Wiesbaden, 2011
- HMUELV 2011: Luftreinhalteplan für den Ballungsraum Rhein-Main: Teilplan Darmstadt. Wiesbaden, 2011
- HOAI 2013 Wolters Kluwer Deutschland GmbH (HOAI): Honorarordnung für Architekten und Ingenieure HOAI 2013: Textausgabe mit amtlicher Begründung. Köln, 2013
- HOLST 2005 Holst, R.: Entwicklung eines Bauwerks-Management-Systems für das deutsche Fernstraßennetz Stufe 3: Schlussbericht zum AP-Projekt 02 244/b4. Bergisch Gladbach, 2005
- HÜLSEMANN 2000 Hülsemann, U.: Maßnahmenbewertung in der Straßenerhaltung unter Einbeziehung der "Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen" (EWS). In: *Straße und Autobahn* (2000), Nr. 10, S. 635–642
- HSL 2013: Hessisches Statistisches Landesamt (HSL). Länge der öffentlichen Straßen in Hessen 2000 bis 2012. Wiesbaden, 2013
- IES 1998 Institute for Environmental Studies (IES): A methodology for policy analysis and spatial conflicts in transport policies: Final report of the project: "Spatial decision support for negotiation and conflict resolution of environmental and economic effects of transport policies". Edited by Euro Beinat. Reihe: Report Number R98/08. Amsterdam, 1998
- ITP ET AL. 2014 Intraplan Consult GmbH (ITP)/ Planco Consulting GmbH/ TUBS GmbH: Überprüfung und Weiterentwicklung der Kosten-Nutzen-Analyse im Bewertungsverfahren der BVWP: FE-Projektnr. :96097/2011. Entwurf des Endberichts. Essen, Berlin, München, 2014
- JENTSCH 2009 Jentsch, H.: Konzeption eines integrierten Qualitätsmanagements für den Stadtverkehr. Technische Universität Darmstadt, Fachgebiet Verkehrsplanung und Verkehrstechnik. Dissertation, Darmstadt, 2009
- KELLERER ET AL. 2004 Kellerer, H./ Pferschy, U./ Pisinger, D.: Knapsack Problems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Heidelberg, 2004

- KERALI ET AL. 2006 Kerali, H. G./ Odoki, J./ Stannard, E.: HDM-4 Highway Development & Management: Volume 1 Overview of HDM-4. Paris, 2006
- KHALED ET AL. 2006 Khaled, A./ Abaza, P.: Iterative Linear Approach for Nonlinear Nonhomogenous Stochastic Pavement Management Models. In: *Journal of transportation engineering* (2006), March, S. 244–256
- KÖHLER 1992 Köhler, M.: Straßenerhaltungsmanagement, 07/10. In: Bracher, Haag, Holzappel, Kieper, Lehm Brock, Reutter (Hrsg.). *Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung* : Wichmann; Economica-Verlag. Berlin, Bonn, 1992
- KÖHLER 2002 KÖHLER, M.: Elemente eines Erhaltungsmanagementsystems: Straßenbaufachgespräch 2002. URL: <http://www.ingbs.com/download/Paper-Koehler.pdf>
- KOHOUTEK 2010 Kohoutek, S.: Quantifizierung der Wirkungen des Straßenverkehrs auf Partikel- und Stickoxid-Immissionen. Darmstadt, 2010
- KÖPPEL ET AL. 2001 Köppel, W./ Meewes, V.: Beurteilung des Ausbaubedarfs Freie Strecke von Bundes- und Landesstraßen im Land Brandenburg unter Einbeziehung der "Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)". In: *Straßenverkehrstechnik* (2001), Nr. 7, S. 339–345
- KOSSAK 2010 Kossak, A.: Verwaltung und Finanzierung von Englands Straßen. In: *Straßenverkehrstechnik* (2010), Nr. 10, S. 636–641
- KRAUSE 2001 KRAUSE, G.: Systematische Straßenerhaltung und Pavement-Management-System. URL: <http://www.sep-maerschalk.de/cms/index.php?page=167502085&f=1&i=167502085>
- KUHN 2010 Kuhn, K.: pavement network maintenance optimization considering multidimensional condition data. In: 12th WCTR : July 11-15, 2010 - Lisbon Portugal. Lisbon, 2010.
- KULKARNI ET AL. 2004 Kulkarni, R. B./ Miller, D./ Ingram, R. M./ Wong, C.-W./ Lorenz, J.: Need-Based Project Prioritization: Alternative to Cost-Benefit Analysis. In: *Journal of transportation engineering* (2004), March/April, S. 150–158
- LAUX 2003 Laux, H.: Entscheidungstheorie. Springer. Berlin, 2003
- LAUX ET AL. 2011 Laux, H./ Gillenkirch, R./ Schenk-Mathes, H.: Entscheidungstheorie. achte, erweiterte und vollständig überarbeitete Auflage. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. Berlin, Heidelberg, 2011
- LEHEIS 2010 Leheis, S.: LONG-TIME AND DECISION-MAKING PROCESS IN TRANSPORT PLANNING. In: 12th WCTR : July 11-15, 2010 - Lisbon Portugal. Lisbon, 2010.
- LHO 2013 HESSISCHES MINISTERIUM DER FINANZEN: HESSISCHE LANDESHAUSHALTSORDNUNG (LHO) (IDF v. 15. MÄRZ 1999) (2013-06-26). URL: [HTTPS://VERWALTUNG.HESSEN.DE/IRJ/HMDF\\_INTERNET?CID=E3561B875EC8AF92E86AF5CC67019242](HTTPS://VERWALTUNG.HESSEN.DE/IRJ/HMDF_INTERNET?CID=E3561B875EC8AF92E86AF5CC67019242) STAND: 01.04.2015
- LI 2009 Li, Z.: Stochastic Optimization Model and O(N<sup>2</sup>) Solution Algorithm for Highway Investment Decision Making under Budget Uncertainty. In: *Journal of transportation engineering* (2009), June, S. 371–379
- MAERSCHALK ET AL. 2004 Maerschalk, G./ Krause, G.: Erstanwendung der vorliegenden Algorithmen für die Erhaltungsplanung in ausgewählten Bauämtern: [Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 09.144/1998/MRB des Bundesministeriums für Verkehr, Bau- und Wohnungswesen]. DMB-Bundesdr. Bonn, 2004
- MAERSCHALK 2006 Maerschalk, G.: Weiterentwicklung des Bewertungskonzeptes innerörtlicher Verkehrsflächen. In: *Straße und Autobahn* (2006), Nr. 4, S. 219–226
- MAERSCHALK ET AL. 2008 Maerschalk, G./ Socina, M.: Weiterentwicklung der Bewertung des Pavement Management Systems (PMS) um ein Verfahren für die Umsetzung von Qualitätszielen ; Bericht zum Forschungs- und Entwicklungsvorhaben 09.136/2004/MRB des Bundesministeriums für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Wirtschaftsverlag N. W. Verlag für neue Wissenschaft. Bremerhaven, 2008
- MAY 2005 May, A.: a decisionmakers guidebook. 2005
- MENESES ET AL. 2010 Meneses, S./ Ferreira, A.: Multi-objective decision-aid tool for pavement management systems. In: 12th WCTR : July 11-15, 2010 - Lisbon Portugal. Lisbon, 2010.
- MEUNIER 2010 Meunier, D.: Ex-post evaluation of transport infrastructure projects in France: old and new concerns about about assessment quality. In: 12th WCTR : July 11-15, 2010 - Lisbon Portugal. Lisbon, 2010.
- MUVEDA ET AL. 2011 MUVEDA/ AVISO GmbH: Bewertungsverfahren zur Aufstellung des 7. Ausbauplans für die Staatsstraßen in Bayern Teil: Nutzen-Kosten-Analyse (NKA). Aachen, 2011
- REIDENBACH ET AL. 2008 Reidenbach, M./ Bracher, T./ Grabow, B./ Schneider, S./ Seidel-Schulze, A.: Investitionsrückstand und Investitionsbedarf der Kommunen: Ausmaß, Ursachen, Folgen und Strategien. Dt. Inst. für Urbanistik. Berlin, 2008

- REUßWIG 2005 Reußwig, A.: Qualitätsmanagement für Lichtsignalanlagen. Darmstadt, 2005
- RÍOS INSUA 1990 Ríos Insua, D.: Sensitivity analysis in multiobjective decision making. Springer. Berlin [u.a.], 1990
- RÖHRIG 2012 Röhrig, C.: Infrastrukturstau im Bereich Straße und Schiene. Fakten und Optionen am Beispiel Hessen: Fakten und Optionen am Beispiel Hessen. Reihe: Expertisen und Dokumentationen zur Wirtschafts- und Sozialpolitik. 2012
- ROTHENGATTER 2006 Rothengatter, W.: Assessment Volkswirtschaftliche Wirkungsanalysen: Vorlesungsbegleitendes Skript. Wintersemester 05/06. Wintersemester 05/06. 2006 Stand: 25.10.2012
- SALTELLI ET AL. 2005 Saltelli, A./ Tarantola, S./ Campolongo, F./ Ratto, M.: Sensitivity Analysis in Practice: A guide to assessing scientific models. John Wiley & Sons, Ltd. Hoboken, N.J., 2005
- SALTELLI ET AL. 2008 Saltelli, A./ Ratto, M./ Andres, T./ Campolongo, F./ Cariboni, J./ Gatelli, D./ Saisana, M./ Tarantola, S.: Global Sensitivity Analysis: The Primer. John Wiley & Sons, Ltd. Chichester, 2008
- SCHACH ET AL. 2006 Schach, R./ Otto, J./ Häupel, H./ Fritzsche, M.: Lebenszykluskosten von Brückenbauwerken. begutachteten und freigegebenen Fachaufsatz ("reviewed paper"). In: *Bauingenieur* (2006), Band 81
- SCHÄFER 1992 Schäfer, K. H.: Öffentlichkeitsarbeit in der Verkehrsplanung, Bd. 4. In: Bracher, Haag, Holzappel, Kieper, Lehmbruck, Reutter (Hrsg.). Handbuch der kommunalen Verkehrsplanung : Wichmann; Economica-Verlag. Berlin, Bonn, 1992
- SCHEINER 2003 Scheiner, J.: Bewertungsverfahren in der Verkehrsplanung. In: *Raum und Mobilität - Arbeitspapiere des Fachgebiets Verkehrswesen und Verkehrsplanung* (2003), Nr. 9
- SCHMUCK 1987 Schmuck, A.: Straßenerhaltung mit System: Grundlagen des Managements. Kirschbaum Verlag; Kirschbaum. Bonn, 1987
- SCHOLL ET AL. 2000 Scholl, A./ Heckmann, O.: Rollierende robuste Planung von Produktionsprogrammen: Konzepte, Modelle und Simulationsrechnungen. Reihe: Schriften zur Quantitativen Betriebswirtschaftslehre 2/00. Darmstadt, 2000
- SCHOLL 2001 Scholl, A.: Robuste Planung und Optimierung: Grundlagen, Konzepte und Methoden, Experimentelle Untersuchungen /// Grundlagen - Konzepte und Methoden - experimentelle Untersuchungen ; mit 105 Tabellen. Techn. Univ., Habil.-Schr.--Darmstadt. Physica-Verlag. Heidelberg, 2001
- STEFAN BALLA 2010 Stefan Balla, D. G. H. L. H.-J. P.: Leitfaden zur strategischen Umweltprüfung: Langfassung. Forschungsvorhaben 206 13 100. 2010
- VALLÉE 2010 Vallée, D.: Aus der Kostenfalle zur Kostenwahrheit - kommunale Perspektive zu Kosten und Folgekosten von Siedlung und Infrastruktur (AMUS 2010 11. Kollquim "Mobilität und Stadt"). Aachen, 2010
- WALTHER 2011 Walther, C.: Einsatzbereiche von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung. In: *Straßenverkehrstechnik* (2011), Nr. 1, S. 25–31
- WALTHER ET AL. 2014 Walther, C./ Beckmann, K./ Bruns, F./ Haßheider, H./ Hauger, G./ Koblo, R./ Kranz, T./ Rau, A./ Schäfer, T./ Theine, W./ Thöne, M./ Tscharschiew, S./ Grimm, A./ Wieland, B./ Wollfarth von Alm, H./ Winter, M.: Dynamische Aspekte bei Projektbewertung und Investitionsplanung im Verkehrssektor. Karlsruhe, 2014
- WiL24 2014 WiL24: Programmplanung - Wirtschaftslexikon. URL: <http://www.wirtschaftslexikon24.com/d/programmplanung/programmplanung.htm> Stand: 04.12.2014
- WU ET AL. 2009 Wu, Z./ Flintsch, G.: Pavement Preservation Optimization Considering Multiple Objectives and Budget Variability. In: *Journal of transportation engineering* (2009), May, S. 305–315

## Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Aufbau der Arbeit .....	5
Abbildung 2:	Einordnung der Dringlichkeitsbewertung im Planungsprozess von Straßenbaumaßnahmen .....	12
Abbildung 3:	Ablauf der Zustandsbewertung bei messtechnischer Zustandserfassung .....	16
Abbildung 4:	Bauwerks-Management-System auf Objektebene.....	20
Abbildung 5:	Anteile der Maßnahmenarten an der Gesamtzahl der bei der Dringlichkeitsbewertung 2009 ..... für das Landesstraßennetz in Hessen untersuchten Maßnahmen.....	28
Abbildung 6:	Beispiele für spezifische Gesamt-Investitionskosten nach Maßnahmenkategorien .....	30
Abbildung 7:	Beispiele für spezifische Investitionskosten unter Berücksichtigung der Nutzungsdauer nach Maßnahmenkategorien .....	31

Abbildung 8:	Investitionsbedarf für kommunale Straßen in Deutschland im Kontext des gesamten Investitionsbedarfs.....	43
Abbildung 9:	Gesamtprozess des BVWP 2015 .....	83
Abbildung 10:	Berücksichtigung von Erhaltungsmaßnahmen im Bewertungsprozess des BVWP .....	84
Abbildung 11:	Schematische Darstellung der Zustandsentwicklung bei verschiedenen Maßnahmenalternativen .....	87
Abbildung 12:	Beispielhafte Darstellung des Prinzips der Konvex-Einhüllenden des Nutzen-Kosten-Profiles für sechs exemplarische Strategien .....	88
Abbildung 13:	Systemüberblick und Datenfluss BMS-EP.....	90
Abbildung 14:	Lösung des Optimierungsproblems beim BMS-EP bei vorgegebenem Finanzierungsbudget .....	91
Abbildung 15:	Beispiel für ein Ergebnis der Programmplanung des HDM-4-Verfahren .....	99
Abbildung 16:	Fiktive Ergebnisdarstellung der Schweizer Kosten-Nutzen-Analyse im Straßenverkehr .....	100
Abbildung 17:	Typische Nutzenentwicklung bei Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen.....	134
Abbildung 18:	Ablaufschema bei einem Verfahrensansatz mit Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen .....	138
Abbildung 19:	Aufbau und inhaltliche Zusammenhänge des Kapitels „Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems“.....	140
Abbildung 20:	Ablaufschema bei der systematischen Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern .....	144
Abbildung 21:	Beispiel für die Dokumentation der Empfindlichkeit einer Maßnahmenkategorie für einen Wirkungsbereich .....	146
Abbildung 22:	Ablaufschema Bestimmung der Erfassbarkeit von Wirkungsfeldern.....	148
Abbildung 23:	Beispiel für die Dokumentation der Erfassbarkeit eines Wirkungsfelds .....	151
Abbildung 24:	Ablaufschema Bestimmung der Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern.....	153
Abbildung 25:	Beispiel für die Dokumentation der Bedeutsamkeit eines Wirkungsfelds .....	155
Abbildung 26:	Ablaufschema Festlegung Wirkungsermittlungsmethode.....	156
Abbildung 27:	Prinzipdarstellung Schaffung Vergleichbarkeit Betrachtungszeiträume .....	161
Abbildung 28:	Prinzipdarstellung Transformation Wirkungswerte .....	162
Abbildung 29:	Ablaufschema Festlegung der bewertungsrelevanten Maßnahmenwirkungen .....	170
Abbildung 30:	Typisierter zeitlicher Verlauf der Nutzenentwicklung für Wirkungsfelder, die im Zeitverlauf veränderlich sind .....	178
Abbildung 31:	Typisierter zeitlicher Verlauf der Nutzenentwicklung für Wirkungsfelder, die im Zeitverlauf nicht oder nur wenig veränderlich sind .....	179
Abbildung 32:	Vereinfachte Darstellung der Nutzenentwicklung von periodischen Maßnahmen.....	181
Abbildung 33:	Vereinfachte Darstellung der Nutzenentwicklung für verschiedene Maßnahmen .....	182
Abbildung 34:	Typischer zeitlicher Anfall von Nutzen und Kosten einer Straßenbaumaßnahme .....	195
Abbildung 35:	Grundschema Wirkungs- und Nutzwertermittlung .....	201
Abbildung 36:	Ablaufschema Wirkungs- und Nutzwertermittlung unter Vernachlässigung von Interdependenzen.....	202
Abbildung 37:	Prinzipdarstellung Auswahl eines Wirkungsfelds für die Startlösung nach Bearbeitungsaufwand und Bedeutsamkeit des Wirkungsfelds .....	203
Abbildung 38:	Prinzipdarstellung Identifikation von vernachlässigbaren Wirkungsermittlungen und -bewertungen ..	205
Abbildung 39:	Ablaufschema Wirkungs- und Nutzwertermittlung für Interdependenzen .....	208
Abbildung 40:	Ablaufschema für die Berücksichtigung von internen Restriktionen .....	209

Abbildung 41:	Ablaufschema für die Berücksichtigung von kostenwirksamen internen Wirkungsinterdependenzen ..	210
Abbildung 42:	Ablaufschema für die Berücksichtigung von internen großräumigen Wirkungsinterdependenzen .....	212
Abbildung 43:	Typisierung von Entscheidungsfällen für die Bestimmung der Vernachlässigbarkeit von internen Wirkungsinterdependenzen.....	213
Abbildung 44:	Ablaufschema für die Berücksichtigung von sonstigen internen Wirkungsinterdependenzen.....	214
Abbildung 45:	Ablaufschema für die Berücksichtigung von externen Interdependenzen .....	216
Abbildung 46:	Ablaufschema für die Berücksichtigung von Bewertungsinterdependenzen .....	217
Abbildung 47:	Zusammenhang zwischen Risikoeinstellung des Entscheiders; Unsicherheiten und Komplexität des Entscheidungsverfahrens .....	221
Abbildung 48:	Gegenüberstellung Grundprinzip Anschlussplanung und rollierende Planung .....	230
Abbildung 49:	Grundstruktur eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung ..... von Straßenbaumaßnahmen .....	235
Abbildung 50:	Grundstruktur für ein Datenverarbeitungssystem .....	237
Abbildung 51:	Ablaufschema Festlegung der Datenspezifikation zur Maßnahmenbeschreibung.....	239
Abbildung 52:	Beispiel einer Daten-Eingabemaske zur eindeutigen und geordneten Erfassung ..... von Datengrundlagen .....	240
Abbildung 53:	Beispiel für eine Datenverknüpfung über ein GIS-System .....	241
Abbildung 54:	Ablaufschema Qualitätssicherung von Input-Daten .....	242
Abbildung 55:	Beispiel für die Verknüpfung von Grundlagendaten über eine Datenbankstruktur .....	247

## Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Übersicht der Anlagenteile von Straßenverkehrsanlagen und Nebenanlagen.....	7
Tabelle 2:	Übersicht der Begriffssystematik im Straßenbau.....	8
Tabelle 3:	Für die Arbeit relevante Maßnahmenarten nach Bereichen des Straßenbaus und Anlagenteilen .....	9
Tabelle 5:	Zustandsnotenbereiche für Bauwerke .....	19
Tabelle 6:	Kriterien und Kenngrößen zur Beschreibung der verbindungsbezogenen Angebotsqualität nach RIN ...	24
Tabelle 7:	Kategorie der Verkehrswege für den Kfz-Verkehr und mittlere Pkw-Fahrgeschwindigkeiten .....	24
Tabelle 8:	Verkehrswegekategorien für den Kfz-Verkehr.....	29
Tabelle 9:	Abschreibungszeiträume / Nutzungsdauer von Anlagenteile .....	29
Tabelle 4:	Beispiel für eine Klassifikation von Maßnahmenkategorien .....	34
Tabelle 10:	Matrix der sachlichen und methodischen Verfahrensanforderungen .....	111
Tabelle 11:	Zuordnung der typischen Aufgabenstellungen bei der Verfahrensentwicklung nach Aufgabenbereichen .....	121
Tabelle 12:	Beispiel für Wirkungsfelder nach Bereichen des Straßenbaus .....	141
Tabelle 13:	Beispiel für eine Startlösung der Wirkungsmatrix mit Klassifizierung von Maßnahmen nach ihren Wirkungsbereichen.....	143
Tabelle 14:	Arten von Interdependenz .....	165
Tabelle 15:	Bewertungsrelevante Merkmale von internen Wirkungsinterdependenzen.....	207
Tabelle 16:	Dokumentation im Rahmen der Verfahrensentwicklung.....	254
Tabelle 17:	Dokumentation im Rahmen der Verfahrensanwendung .....	255

---

## Anlagenverzeichnis

---

Anlage 1:	Übersicht von Hinweisen für die Verfahrensentwicklung
Anlage 2:	Analyse von Bewertungsverfahren mit Elementen einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung
Anlage 3:	Beispiel für die Festlegung einer Zielgewichtung
Anlage 4:	Beispiel für die Bewertung der Datenqualität
Anlage 5:	Beispiele für Darstellungsformen der Bewertungsergebnisse
Anlage 6:	Beispiele für Dokumentationsformen im Rahmen der Verfahrensentwicklung
Anlage 7:	Beispiele für Dokumentationsformen im Rahmen der Verfahrensanwendung





---

**Anlage 1: Übersicht von Hinweisen für die Verfahrensentwicklung**


---

**Inhaltsverzeichnis**

<b>A</b>	<b>Hinweise für die Erfassung des Kontexts der Entscheidungsfindung</b>	<b>A1-2</b>
<b>B</b>	<b>Verfahrensanforderungen</b>	<b>A1-4</b>
<b>C</b>	<b>Hinweise für die Grundkonzeption des Verfahrens</b>	<b>A1-5</b>
	C.1 Hinweise für die Definition von Mindestanforderungen und Mindestmaßnahmen	A1-5
	C.2 Hinweise für die Verfahrensimplementierung des Grundkonzepts	A1-7
<b>D</b>	<b>Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems</b>	<b>A1-9</b>
	D.1 Allgemeine Hinweise	A1-9
	D.2 Hinweise für die Entwicklung des Zielsystems	A1-11
	D.3 Hinweise für die Entwicklung des Wirkungssystems	A1-11
	D.4 Hinweise für die Festlegung der Wirkungsermittlungsmethode	A1-17
	D.5 Hinweise für die Identifikation von bewertungsrelevanten Interdependenzwirkungen	A1-18
<b>E</b>	<b>Hinweise für die Entwicklung des Bewertungssystems</b>	<b>A1-20</b>
	E.1 Hinweise für die Festlegung der Zielgewichtung	A1-20
	E.2 Hinweise für die Festlegung des Betrachtungszeitraums	A1-21
	E.3 Hinweise für die Festlegung des Bewertungs- und Entscheidungskriteriums	A1-22
<b>F</b>	<b>Hinweise für die effiziente und robuste Strukturierung des Bewertungsverfahrens</b>	<b>A1-25</b>
	F.1 Allgemeine Hinweise für die Verfahrensstrukturierung	A1-25
	F.2 Hinweise für die effiziente Strukturierung der Wirkungs- und Nutzwertermittlung	A1-26
	F.3 Hinweise für die Konkretisierung und Operationalisierung von Robustheitskriterien	A1-29
	F.4 Hinweise für die Implementierung von Sensitivitätsuntersuchungen	A1-30
	F.5 Sonstige Hinweise für die Reduzierung von Unsicherheit	A1-30
<b>G</b>	<b>Sonstige Hinweise für die Verfahrensentwicklung</b>	<b>A1-31</b>
	G.1 Hinweise für die Entwicklung des Datenverarbeitungssystems	A1-31
	G.2 Hinweise für die Festlegung der Organisationsstruktur	A1-32
	G.3 Hinweise für die Festlegung der Dokumentationsstruktur	A1-32

## Vorbemerkungen

An dieser Stelle werden die **wichtigsten Ergebnisse der Arbeit in Form einer praxisorientierten Übersicht der Hinweise** zusammengefasst. Die dargestellten Hinweise und Schaubilder beruhen auf den Inhalten des Hauptdokuments.

Die Arbeit behandelt ausgewählte Aufgaben bei der Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung. Einige Aspekte konnten im Rahmen der Arbeit nur einführend behandelt werden. Diese Zusammenfassung ist daher als **Ergänzung zu den bereits im Regelwerk verankerten Hinweisen** zur Gestaltung von Entscheidungsverfahren in der Verkehrsplanung zu verstehen<sup>1</sup>. An dieser Stelle wird auch auf den im Kapitel „Fazit und Ausblick“ der Arbeit dargestellten weiteren Untersuchungsbedarf hingewiesen.

Der Aufbau dieser Zusammenfassung lehnt sich an die Gliederung des Hauptdokuments an. Das **Hauptdokument enthält weiterführende Erklärungen und Beispiele**, die zum besseren Verständnis und bei der Umsetzung der Hinweise hilfreich sein könnten. In Abschnitt 5.6 des Hauptdokuments werden die in dieser Anlage verwendeten Abkürzungen eingeführt. Im Hauptdokument findet der interessierte Leser auch Verweise auf ergänzende Literatur.

## A Hinweise für die Erfassung des Kontexts der Entscheidungsfindung

Für die Entwicklung eines sachgerechten und zielführenden Verfahrens ist ein Verständnis des Kontextes, in dem die Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung erfolgt, notwendig. Hierzu gehören die **Identifikation der direkt und indirekt Beteiligten** im Entscheidungsprozess und die **Erfassung von Rahmenbedingungen** der Entscheidung, z.B. technischer, rechtlicher oder finanzieller Art.

Mit welcher **Tiefe** und in welchem **Umfang** die Erfassung des Kontexts durchgeführt werden soll, ist auch eine **Frage der Zweckmäßigkeit**. Eine höhere Durchdringung erfordert zusätzliche Informationen, deren Beschaffung und Verarbeitung mit weiterem Aufwand verbunden sein wird. Sie kann auf der anderen Seite auch dazu beitragen, die nachfolgenden Aktivitäten im Entscheidungsprozess zu vereinfachen.

Folgende Arbeitsschritte sind für die Erfassung des Kontexts einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung von besonderer Bedeutung:

### Erfassung der Rahmenbedingungen und Festlegungen in Zusammenhang mit der Verfahrensentwicklung und Verfahrensanwendung:

- ➔ Erfassung **der organisatorischen Rahmenbedingungen**. Identifizierung der relevanten Akteure für die Verfahrensentwicklung und Verfahrensanwendung. Implementierung einer ausreichend flexiblen Organisationsstruktur für die Verfahrensentwicklung.
- ➔ Erfassung, Abstimmung und Festlegung der **finanziellen Rahmenbedingungen** für die Verfahrensentwicklung und –anwendung.
- ➔ Festlegung einer Dokumentationsstruktur.

---

<sup>1</sup> Vgl. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (FGSV): Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung. Köln, 2010

## Erfassung der Anforderungen und der sonstigen Rahmenbedingungen für die Verfahrensgestaltung:

- ➔ **Festlegung der Maßnahmenarten**, die bei der Dringlichkeitsbewertung berücksichtigt werden sollen. Ableitung der Verfahrensanforderungen aus den bewertungsrelevanten Merkmalen dieser Maßnahmenarten (artspezifische Merkmale wie Häufigkeit, Menge, Nutzungsdauer, Kosten, Planungsreife und planungsrechtliche Anforderungen, vorliegende Wirkungsermittlungsmethoden, Wirkungsarten und –intensitäten, ...).
- ➔ **Einordnung** des zu entwickelnden Verfahrens in die vorhandenen Planungsprozessen.
- ➔ Abstimmung der **Robustheitsanforderungen**, die vom Entscheidungsträger an die Verfahrensergebnisse gestellt werden.
- ➔ Erfassung der verkehrspolitischen Rahmenbedingungen.
- ➔ Erfassung, Abstimmung und Festlegung der **zeitlichen Rahmenbedingungen** für die Verfahrensentwicklung und –anwendung.
- ➔ Erfassung der **sonstigen relevanten Rahmenbedingungen** (Raumstruktur, bei der Dringlichkeitsbewertung zu berücksichtigende sonstige Belange wie Verkehrsbedeutung für den ÖPNV, Umleitungsstrecke des BAB-Netzes, ...).
- ➔ Erfassung der verfügbaren **Datengrundlagen, Datenhaltungs- und Verarbeitungs-systemen**. Bewertung derer Verwendbarkeit und Verfügbarkeit für die Dringlichkeitsbewertung.

Die Erfassung des Kontexts ist ein **iterativer Vorgang**, der nicht isoliert von den nachfolgend dargestellten Vorgängen durchgeführt werden kann. Weiterführende Erläuterungen, Beispiele und Hinweise auf ergänzende Literatur sind dem Hauptdokument, insbesondere Kapitel 2 „Kontext einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung“ und Kapitel 10 „Sonstige Hinweise“, zu entnehmen.

## **B      Verfahrensanforderungen**

Folgende Verfahrensanforderungen sind bei der Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenart-übergreifenden Dringlichkeitsbewertung zu berücksichtigen:

**Das Verfahren soll zu einem Ergebnis führen, welches:**

- Budgetgrenzen einhält,
- wirtschaftlich ist,
- die langfristige **politische Handlungsfähigkeit** nicht beeinträchtigt,
- zu einer ausgewogenen Erschließung von Teilräumen beiträgt
- keine Vollzugsverbindlichkeit hat und
- die Auswahl einer zulässigen, absolut und relativ vorteilhaften Handlungsalternative ermöglicht.

**Das Verfahren soll:**

- die Bewertung von einer **hohen Anzahl an Maßnahmen** ermöglichen,
- Maßnahmen mit unterschiedlicher Nutzungsdauer und unterschiedlichen Kosten vergleichen können,
- **vielfältige Wirkungsarten und breite Wirkungsspektren**, statische und dynamische Wirkungsverläufe und klein- und großräumige Wirkungsausdehnungen bewältigen können,
- **Interdependenzen** berücksichtigen,
- periodisch wiederholbar sein,
- der Möglichkeit von **nachträglichen Veränderungen** an den bewerteten Maßnahmen Rechnung tragen,
- aktualisierbar sein,
- **Unsicherheiten** bei den Datengrundlagen und unvollständige Kenntnisse über Wirkungszusammenhänge bewältigen können.
- eine **konsistente, fehlerfreie und nachvollziehbare Bewertung** von Handlungsalternativen ermöglichen,
- flexibel und effizient sein und
- robuste Entscheidungsgrundlagen liefern.

Weiterführende Erläuterungen und Hinweise auf ergänzende Literatur sind dem Hauptdokument, insbesondere Kapitel 2 „Kontext einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung“ und Kapitel 3 „Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Bewertungsverfahren“, zu entnehmen.

## C Hinweise für die Grundkonzeption des Verfahrens

Ein Verfahren zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung soll nicht nur die Sicherung der Finanzierbarkeit und Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur für eine anstehende Allokationsperiode ermöglichen, sondern auch die langfristigen Konsequenzen der Entscheidungsfindung berücksichtigen. Dies folgt aus dem Grundsatz, dass die langfristige politische Handlungsfähigkeit durch die Entscheidungsfindung nicht wesentlich beeinträchtigt werden darf. Im Rahmen der Arbeit wurde die Entwicklung eines Ansatzes zur Sicherstellung der dauerhaften Funktionsfähigkeit der Straßeninfrastruktur als Aufgabenstellung identifiziert, für die derzeit keine Regelungen vorliegen.

Nachfolgend werden Hinweise zur Umsetzung eines Ansatzes dargestellt, mit der die Einhaltung dieses Grundsatzes bei der Entscheidungsfindung implementiert werden kann:

### C.1 Hinweise für die Definition von Mindestanforderungen und Mindestmaßnahmen

- ➔ Zur Sicherstellung der langfristigen Funktionsfähigkeit des Straßennetzes sind vom Entscheidungsträger - in Ergänzung zu den Grenzwerten, die die Realisierung einer Maßnahme rechtfertigen - **Mindestanforderungen für relevante Wirkungsmerkmale** festzulegen, deren Einhaltung jederzeit gewährleistet sein soll.
- ➔ Die Festlegung von Mindestanforderungen ist eine Aufgabe, die im Rahmen der Verfahrensentwicklung erfolgt. Aufgrund der **weitreichenden Konsequenzen** dieser Festlegungen ist dieser Arbeitsschritt mit großer Sorgfalt durchzuführen. Der Verfahrensentwickler sollte den Entscheidungsträger bei diesem Arbeitsschritt unterstützen, indem z.B. die Auswirkungen von Festlegungen für die Entscheidungsfindung aufgezeigt werden.
- ➔ Für alle **eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen** (= Maßnahmen die zeitlich verschoben werden können, in künftigen Entscheidungsperioden aber mit Sicherheit zur Einhaltung der Mindestanforderungen realisiert werden müssen), sind in Umfang und Nutzungsdauer korrespondierende Mindestmaßnahmen festzulegen.
- ➔ Diese **Mindestmaßnahmen** stellen die langfristige Einhaltung der Mindestanforderungen an das Straßennetz (gerade noch) sicher.
- ➔ Die Mindestmaßnahmen sind so festzulegen, dass die langfristige Sicherstellung der Funktionsfähigkeit bei **minimalen Kosten** erfolgt.
- ➔ Der Ansatz sieht vor, dass für jede eingeschränkt verschiebbare Maßnahme zunächst eine Mindestmaßnahme berücksichtigt wird. Das Budget wird um die Kosten der Mindestmaßnahmen reduziert. Wird eine Maßnahme als Ergebnis der Dringlichkeitsbewertung als finanzierbar eingestuft, wird die **Mindestmaßnahme durch diese Maßnahme** ersetzt.

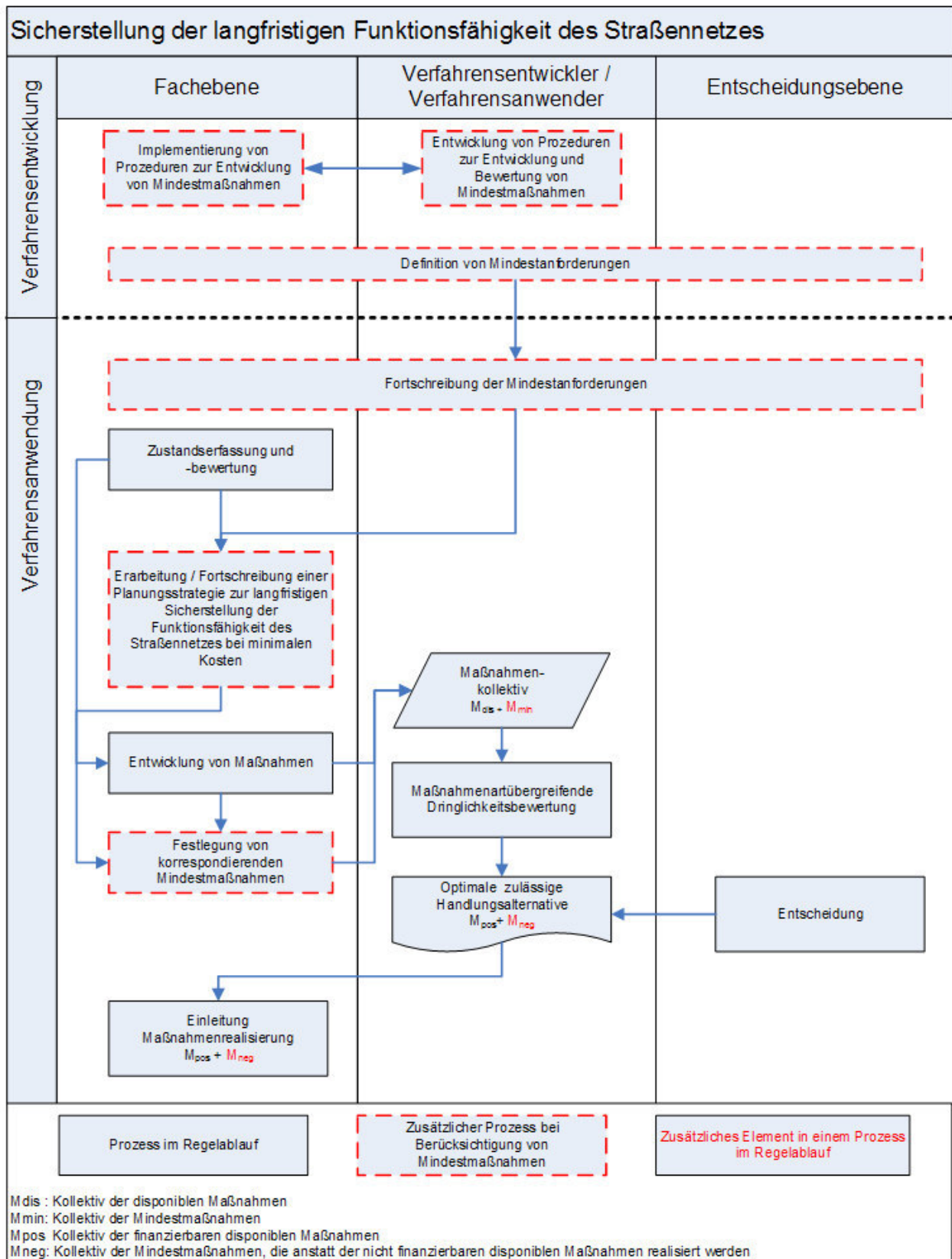


Abbildung A1-1: Ablaufschema bei einem Verfahrensansatz mit Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen

## C.2 Hinweise für die Verfahrensimpementierung des Grundkonzepts

- Im Verfahrensablauf ist ein Arbeitsschritt zur **Identifikation** von Maßnahmen, die zeitlich auf zukünftige Entscheidungsperioden verschoben werden können, aber zur Einhaltung der Mindestanforderungen in künftigen Entscheidungsperioden mit Sicherheit umzusetzen sind (=eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen), vorzusehen.
- Außerdem ist im Verfahren die **Entwicklung und Festlegung von Mindestmaßnahmen** zu implementieren. Mindestmaßnahmen sind bei jeder Anwendung des Verfahrens für alle eingeschränkt verschiebbaren Maßnahmen festzulegen.
- Als **Richtgrößen für die Mindestanforderungen** können die Standards für sogenannte „Sofortmaßnahmen“ dienen, über die - in Erwartung einer endgültigen Lösung von festgestellten Defiziten - eine Weiternutzung der Straßenverkehrsanlage in der Regel durch Nutzungsbeschränkungen (Geschwindigkeitsbeschränkung, Beschränkung des zulässigen Gesamtgewichts von Fahrzeugen usw.) gewährleistet wird.
- Für Fahrbahnen und Bauwerke stellen **Pavement-Management-Systeme** bzw. **Bauwerks-Management-Systeme geeignete Instrumente für die Entwicklung von Mindestmaßnahmen** zur Verfügung. Bei einer Nutzung dieser Instrumente sind diese im Verfahrensablauf zu integrieren.
- Im Übrigen sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung **geeignete Vorgehensweisen zu entwickeln**. Denkbar ist die Festlegung/Verwendung von standardisierten Maßnahmenkatalogen mit geeigneten Mindestmaßnahmen.
- **Zulässige Handlungsalternativen** ergeben sich stets aus einem Kollektiv von nicht korrespondierenden Mindestmaßnahmen und finanzierbaren disponiblen Maßnahmen.
- Der **Nutzen** einer eingeschränkt verschiebbaren Maßnahme ergibt sich aus der Differenz zwischen Nutzen der disponiblen Maßnahme und Nutzen der korrespondierenden Mindestmaßnahme.

$$u_{ND,m} = u_{ND,m_{dis}} - u_{ND,m_{min}} \quad (A1-1)$$

Mit:

$u_{ND,m}$	Nutzwert einer Maßnahme m über die Nutzungsdauer ND
$u_{ND,m_{dis}}$	Nutzwert einer disponiblen Maßnahme $m_{dis}$ über die Nutzungsdauer ND
$u_{ND,m_{min}}$	Nutzwert einer korrespondierenden Mindestmaßnahme $m_{min}$ über die Nutzungsdauer ND

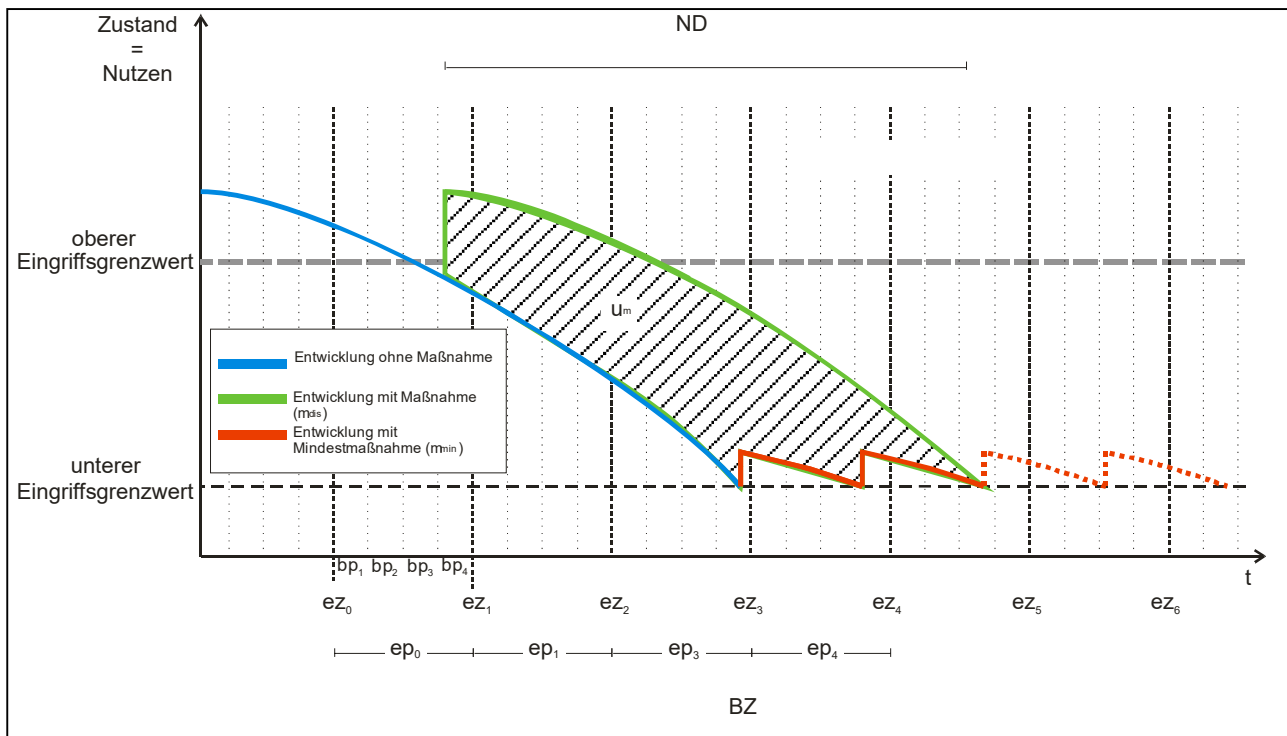


Abbildung A1-2: Typische Nutzenentwicklung bei Berücksichtigung von Mindestmaßnahmen

→ Die Kosten für das Maßnahmenkollektiv der Mindestmaßnahmen bilden die absolute **Mindesthöhe des Budgets**, welches für die Sicherstellung der langfristigen Funktionsfähigkeit des Straßennetzes bereitzustellen ist. Bei der Anwendung des Verfahrens ist daher stets die folgende Anforderung an der Mindesthöhe des Budgets einzuhalten :

$$B \geq K_{inv_{min}} \quad (A1-2)$$

$$K_{inv_{min}} = \sum_{m=1}^{n_{m_{min}}} k_{inv,m_{min}}$$

Mit:

$K_{inv_{min}}$	Summe der Investitionskosten zur Umsetzung aller für die aktuelle Entscheidungsperiode festgelegten Mindestmaßnahmen
$k_{inv,m_{min}}$	Investitionskosten zur Umsetzung einer Mindestmaßnahme in der aktuellen Entscheidungsperiode
$n_{m_{min}}$	Anzahl der Mindestmaßnahmen
$B$	Budget für die aktuelle Entscheidungsperiode

Weiterführende Erläuterungen sind dem Hauptdokument, Kapitel 6 „Hinweise für die Grundkonzeption des Verfahrens“, zu entnehmen.



## D Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems

Bei einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung ist aufgrund der Vielzahl und Heterogenität der möglichen Wirkungen **große Sorgfalt bei der Identifikation aller relevanten Wirkungsbereiche** zu legen. Sofern einzelne Wirkungen nicht oder unzureichend in die Bewertung eingehen, kann dies zu einer unausgewogenen Entscheidungsfindung führen, die bestimmte Maßnahmenarten bei der Priorisierung übertreibt bzw. benachteiligt.

Die nachfolgenden Hinweise unterstützen eine **systematische und begründete Auswahl und Festlegung von verfahrensrelevanten Maßnahmenwirkungen** in Wechselwirkung mit der Gestaltung des Zielsystems.

### D.1 Allgemeine Hinweise

- ➔ Für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems wird die in **Abbildung A1-3** dargestellte iterative Vorgehensweise empfohlen.
- ➔ Zur Sicherstellung der Vollständigkeit und Fehlerfreiheit ist eine geordnete Beteiligung der Fachebenen vorzusehen.
- ➔ Die Entscheidungsebene ist bei Festlegungen mit Auswirkungen auf die Genauigkeit und den Bearbeitungsaufwand des Verfahrens einzubeziehen.
- ➔ Als Grundlage für diese Abstimmung ist die Erstellung einer **Dokumentation** der berücksichtigten und nicht berücksichtigten Wirkungsbereiche und eine Begründung, ob und wie Wirkungsbereiche in die Entscheidungsfindung eingehen, sinnvoll.
- ➔ Diese Dokumentation ist in einer Weise zu erstellen, die eine **Verifizierung der Gültigkeit** der getroffenen Entscheidungen auch **bei künftigen Entscheidungsprozessen** erlaubt.

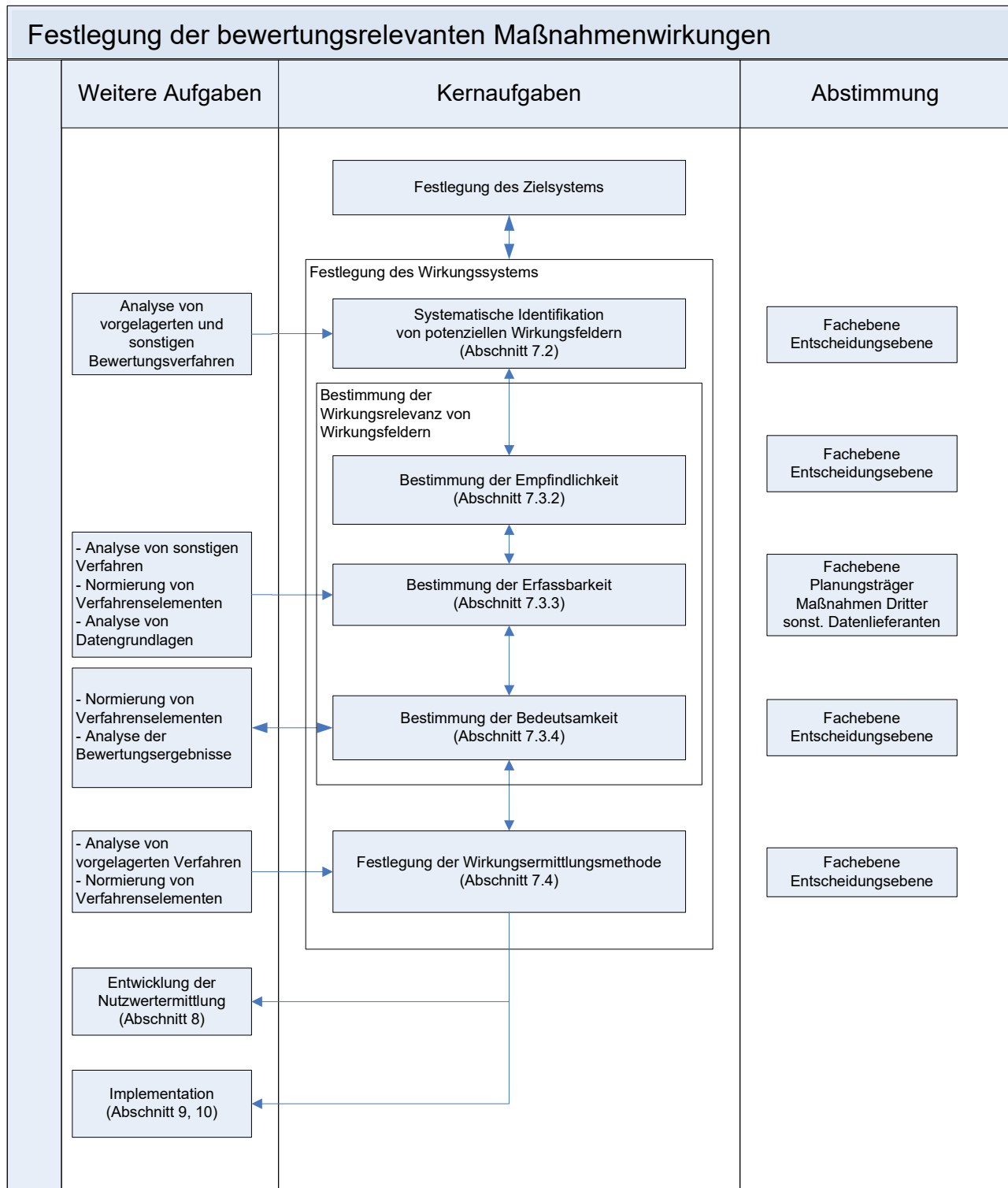


Abbildung A1-3: Ablaufschema Festlegung der bewertungsrelevanten Maßnahmenwirkungen (in Klammern der Verweis auf die Abschnitte des Hauptdokuments mit weiterführenden Informationen)

## D.2 Hinweise für die Entwicklung des Zielsystems

- Die **Festlegung des Zielsystems ist ein normativer Prozess**, und hat daher im Kontext der individuellen Anwendung des Verfahrens zu erfolgen.
- Die Festlegung des Zielsystems erfolgt bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung nicht wesentlich anders als bei anderen Bewertungsverfahren der Verkehrsplanung.
- Die Zielsystematisierung hat in der Verkehrsplanung einen hohen Entwicklungsstand erreicht, so dass die Verfahrensentwicklung weitgehend **auf bekannte Zielsysteme aufbauen** kann. Systematisierungen von Zielen lassen sich weitgehend aus gesetzlichen Regelungen, Normen und institutionalisierten Entscheidungsverfahren entnehmen.

## D.3 Hinweise für die Entwicklung des Wirkungssystems

### Hinweise für die Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern

- Zur Sicherstellung der Erfassung aller relevanten Wirkungsbereiche ist eine systematische Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern durchzuführen (vgl. Abbildung A1-4).
- Für die systematische und effiziente Identifikation von bewertungsrelevanten Wirkungen im Rahmen der Entwicklung eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung wird die Erstellung einer **Wirkungsmatrix** empfohlen.
- In dieser Wirkungsmatrix werden die Wirkungsbereiche den verschiedenen Maßnahmenarten gegenübergestellt. Jedes Matrixfeld (**Wirkungsfeld**) steht für einen potenziellen Wirkungsbeitrag.
- Durch die **schrittweise Konkretisierung** der einzelnen Wirkungsfelder können die nicht relevanten Wirkungen identifiziert und in Folge vernachlässigt werden.
- Für relevante Wirkungsfelder sind **wesentliche Zusammenhänge**, die bei der Festlegung der Wirkungsermittlung zu berücksichtigen sind, festzuhalten.
- Maßnahmen sind zur eindeutigen Bestimmung der relevanten Wirkungsbereiche in **wirkungshomogene Kategorien** zu klassifizieren.
- Im Sinne einer effizienten Verfahrensgestaltung sollte eine **Ausgangslösung für die Festlegung von potenziellen Wirkungsfeldern** durch die mit der Verfahrensentwicklung betrauten Bearbeitern generiert werden. Als Grundlage dienen Wirkungsermittlungsmethoden aus bereits angewandten, vorgelagerten Entscheidungsverfahren sowie Ansätze aus der Literatur.
- Zur Sicherstellung der Vollständigkeit, Korrektheit und Akzeptanz sollte diese Ausgangslösung anschließend **mit den beteiligten Fachebenen rückgekoppelt** und ggf. überarbeitet werden. Hierbei kann es für eine effiziente Bearbeitung sinnvoll sein, diesen Arbeitsschritt jeweils nur auf die für die einzelnen Fachebenen relevanten Maßnahmenkategorien zu beschränken.

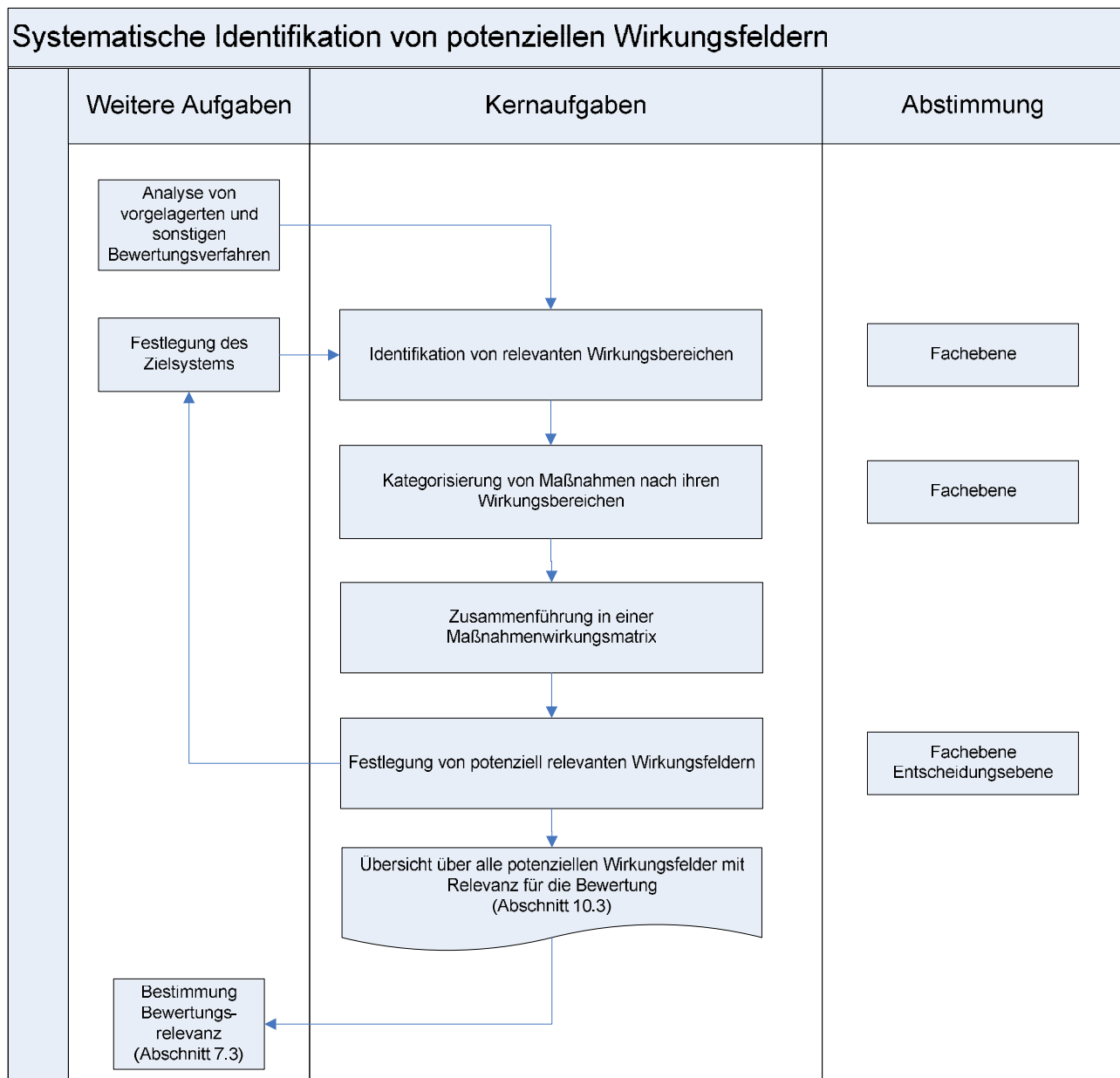


Abbildung A1-4: Ablaufschema systematische Identifikation von potenziellen Wirkungsfeldern (in Klammern der Verweis auf die Abschnitte des Hauptdokuments mit weiterführenden Informationen)

- ➔ Bei der Bestimmung von potenziell relevanten Wirkungsfeldern ist stets die **Bedeutung für die Erreichung der festgelegten Verfahrensziele** zu hinterfragen. Kann eine Wirkung keinem der festgelegten Ziele zugeordnet werden, kann sie für die Bewertung vernachlässigt werden.
- ➔ Bevor eine Wirkung aber vernachlässigt wird, sollte stets die **Vollständigkeit des Zielsystems** kritisch hinterfragt werden. Durch diese Rückkopplung der identifizierten potenziellen Wirkungsfelder mit dem Zielsystem wird eine systematische Auseinandersetzung mit der Vollständigkeit und Richtigkeit des Zielsystems unterstützt.
- ➔ Die Identifikation der potenziellen Wirkungsfelder erfolgt **iterativ**. Der Wirkungsmatrix ist ausgehend von einer Startlösung weiter zu verfeinern oder aggregieren.

### Hinweise für die Bestimmung der Relevanz von Wirkungsfeldern

- Das besondere Problem bei einer maßnahmenartübergreifenden Dringlichkeitsbewertung ist die **Kombination der vielen Wirkungsfelder und Maßnahmenkategorien**, die zu einem erheblichen Aufwand bei der Definition der für die Wirkungsermittlung erforderlichen Wirkungszusammenhänge und erforderlichen Datengrundlagen führt.
- Eine **frühzeitige Identifikation von relevanten Wirkungsfeldern** trägt daher zur effizienten Gestaltung des Verfahrens bei. Sofern Wirkungsfelder für einzelne Maßnahmenkategorien nicht relevant sind, kann auf eine Datenerfassung, -aufbereitung und Wirkungsermittlung für die betroffenen Maßnahmen von vornherein verzichtet werden.
- Für die Bestimmung der Relevanz eines Wirkungsfelds wird eine stufenweise Vorgehensweise vorgeschlagen, wobei nacheinander die Merkmale **Empfindlichkeit, Erfassbarkeit und Bedeutsamkeit** untersucht werden.
- Jede Bearbeitungsstufe wird mit einer **Beurteilung des bewerteten Merkmals** abgeschlossen. Bei einer positiven Beurteilung ist mit der Bestimmung der nachfolgenden (arbeitsaufwändigeren) Stufe fortzusetzen. **Bei einer negativen Beurteilung ist die Bewertungsrelevanz nicht gegeben.** Liegt für alle drei Merkmale eine positive Beurteilung vor, sollte das Wirkungsfeld bei der weiteren Verfahrensentwicklung berücksichtigt werden.

### Hinweise für die Bestimmung der Empfindlichkeit von Wirkungsfeldern

- Die Empfindlichkeit eines Wirkungsfelds ist gegeben, wenn durch Realisierung oder Nicht Realisierung einer Maßnahme **Veränderungen für den Wirkungsbereich** zu erwarten sind.
- Auf Grundlage der Wirkungsmatrix werden für alle Wirkungsfelder die Empfindlichkeit **systematisch überprüft** und die **Wirkungen qualitativ beschrieben**.
- Zur besseren Durchdringung von Wirkungszusammenhängen und zur Erhöhung der Nachvollziehbarkeit für Dritte sollten dabei die **kausalen Zusammenhänge**, z. B. in Form von Wirkungsketten, beschrieben werden.

### Hinweise für die Bestimmung der Erfassbarkeit von Wirkungsfeldern

- Voraussetzung für die **Erfassbarkeit** der Wirkung sind **bekannte Wirkungsketten, Berechnungsmethoden und Datengrundlagen** für die Bestimmung des Wirkungswerts.
- Für die Bestimmung der Erfassbarkeit sind die Arbeitsschritte:
  - Bestimmung einer geeigneten **Methode der Wirkungsermittlung**
  - Bestimmung der Verfügbarkeit von erforderlichen **Datengrundlagen**
 iterativ durchzuführen (vgl. **Abbildung A1-5**).
- Bei der Verfahrensentwicklung sollte auf **anerkannte Methoden der Wirkungsermittlung** in der Verkehrsplanung zurückgegriffen werden. Aus Gründen der Konsistenz und Effizienz ist vorrangig auf evtl. bereits vorliegende Wirkungsermittlungen zurückzugreifen.
- Sofern keine anerkannten Berechnungsmethoden vorliegen bzw. bekannt sind, ist zu prüfen, ob solche Methoden **aus den bekannten oder vermuteten Wirkungsketten abgeleitet werden können**. Hierzu ist in einem ersten Schritt stets festzustellen, ob die (vermuteten) Wirkungszusammenhänge vollständig abgebildet sind.

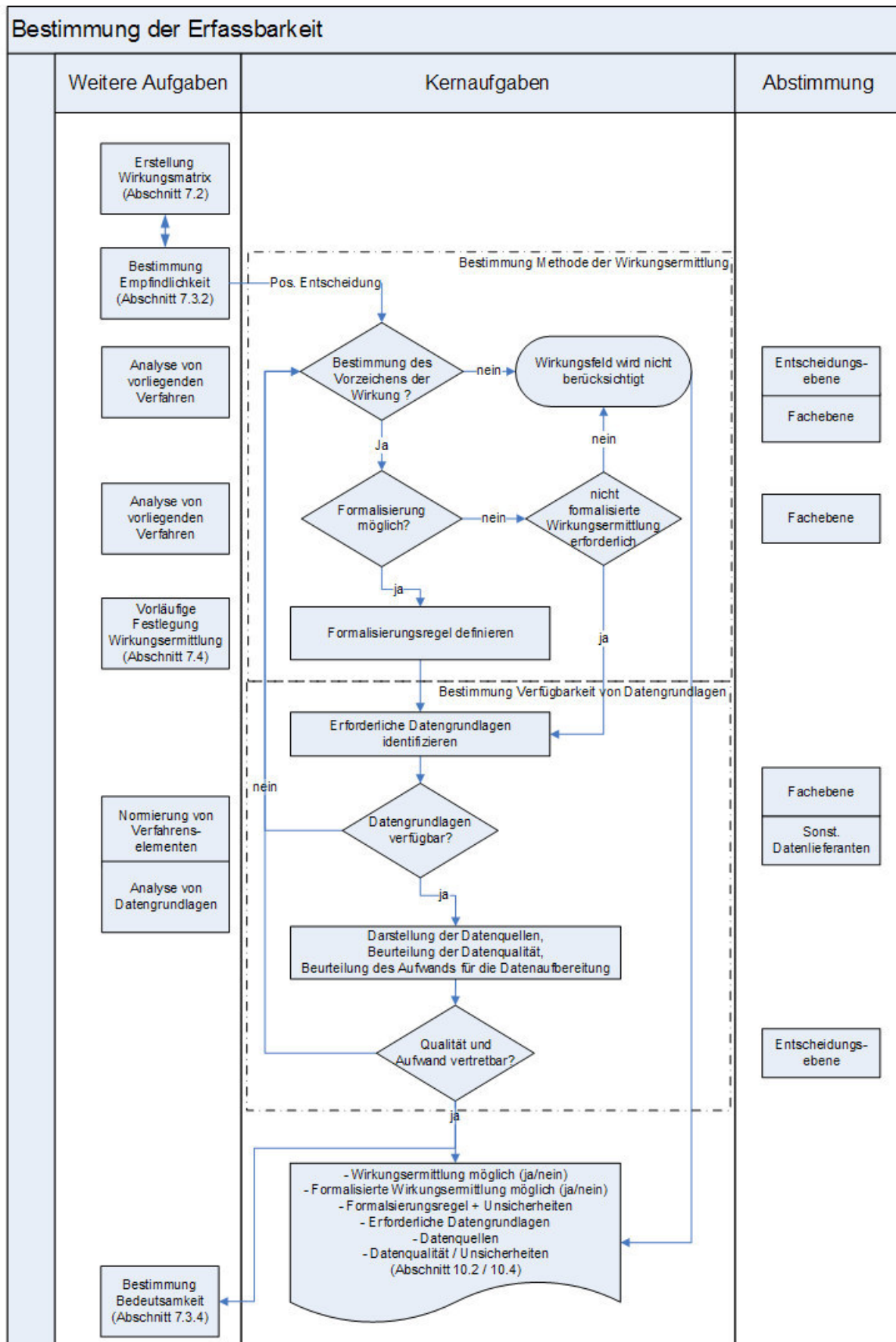


Abbildung A1-5: Ablaufschema Bestimmung der Erfassbarkeit (in Klammern der Verweis auf die Abschnitte des Hauptdokuments mit weiterführenden Informationen)

- Sofern keine formalisierten Wirkungsberechnungsmethoden zur Verfügung stehen, ist mit der Wirkungsermittlung ein hoher personeller Aufwand verbunden.
- Eine **nicht formalisierte Wirkungsermittlung** wird für ein praxisgerechtes Verfahren in der Regel nur für Wirkungsfelder mit **einer begrenzten Anzahl an Maßnahmen** und **bedeutsamen Wirkungsbeiträgen** realisierbar sein.
- Die Eignung von Datengrundlagen für das Bewertungsverfahren ist anhand der **Aktualität, Verwertbarkeit** und **Qualität** der Daten zu prüfen.
- Bei Datenlücken ist der Umgang hiermit zu klären. Möglichkeiten sind die Vernachlässigung, Erzeugung von Ersatzwerten, gezielte Nacherhebung oder vollständige Neuerhebung von Daten.
- **Unsicherheiten** bei den Wirkungsbeschreibungen und den Datengrundlagen sind zu **dokumentieren** und nach Möglichkeit zu **quantifizieren**.

#### Hinweise für die Bestimmung der Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern

- Die **Bedeutsamkeit** eines Wirkungsfelds beschreibt, ob die (erwarteten) Wirkungen so stark sind, dass hieraus eine maßgebende Auswirkung auf das Bewertungsergebnis zu erwarten ist.
- Die Bedeutsamkeit einer Wirkung ist **im Verhältnis zu den übrigen Wirkungen** aller betrachteten Maßnahmen zu beurteilen.
- Die Bedeutsamkeit eines Wirkungsfeldes steht in Zusammenhang mit dem **erforderlichen Aufwand**, der mit der Berücksichtigung des Wirkungsfeldes verbunden sein wird, und den **Robustheitsanforderungen** des Entscheidungsträgers.
- Für die Abschätzung der Bedeutsamkeit ist eine sukzessive Überprüfung des **Wirkungsspektrums** (1), der **Wirkungshäufigkeit** (2) und der **relativen Wirkungsstärke** (3) vorzunehmen (vgl. **Abbildung A1-6**).
- Für die Überprüfung des Wirkungsspektrums und der Wirkungshäufigkeit ist keine vollständige Ermittlung der Wirkungswerte aller Maßnahmen erforderlich. In einer frühen Phase der Verfahrensentwicklung reicht eine **fundierte Abschätzung** der realistisch zu erwartenden Extremwerte für die einzelnen Wirkungsfelder aus.
- Für eine **abschließende Beurteilung** der Bedeutsamkeit von Wirkungsfeldern kann es erforderlich sein, die **tatsächlichen Wirkungswerte** zu ermitteln und deren Bedeutsamkeit für das Verfahren zu verifizieren (vgl. **Abbildung A1-6, (4)**). Dies ist erst zielführend, wenn das zu entwickelnde Verfahren bereits einen hohen Konkretisierungsgrad erreicht hat.
- Über **Testbewertungen** lassen sich die Auswirkungen einer Berücksichtigung und Vernachlässigung des Wirkungsfeldes auf die Bewertungsergebnisse ermitteln. Als Indikator für die Bedeutsamkeit kann z.B. die Veränderung von Rangstellenpositionen oder die Anzahl der Maßnahmen, welche die Entscheidungsklasse wechseln, verwendet werden (vgl. **F.3**).

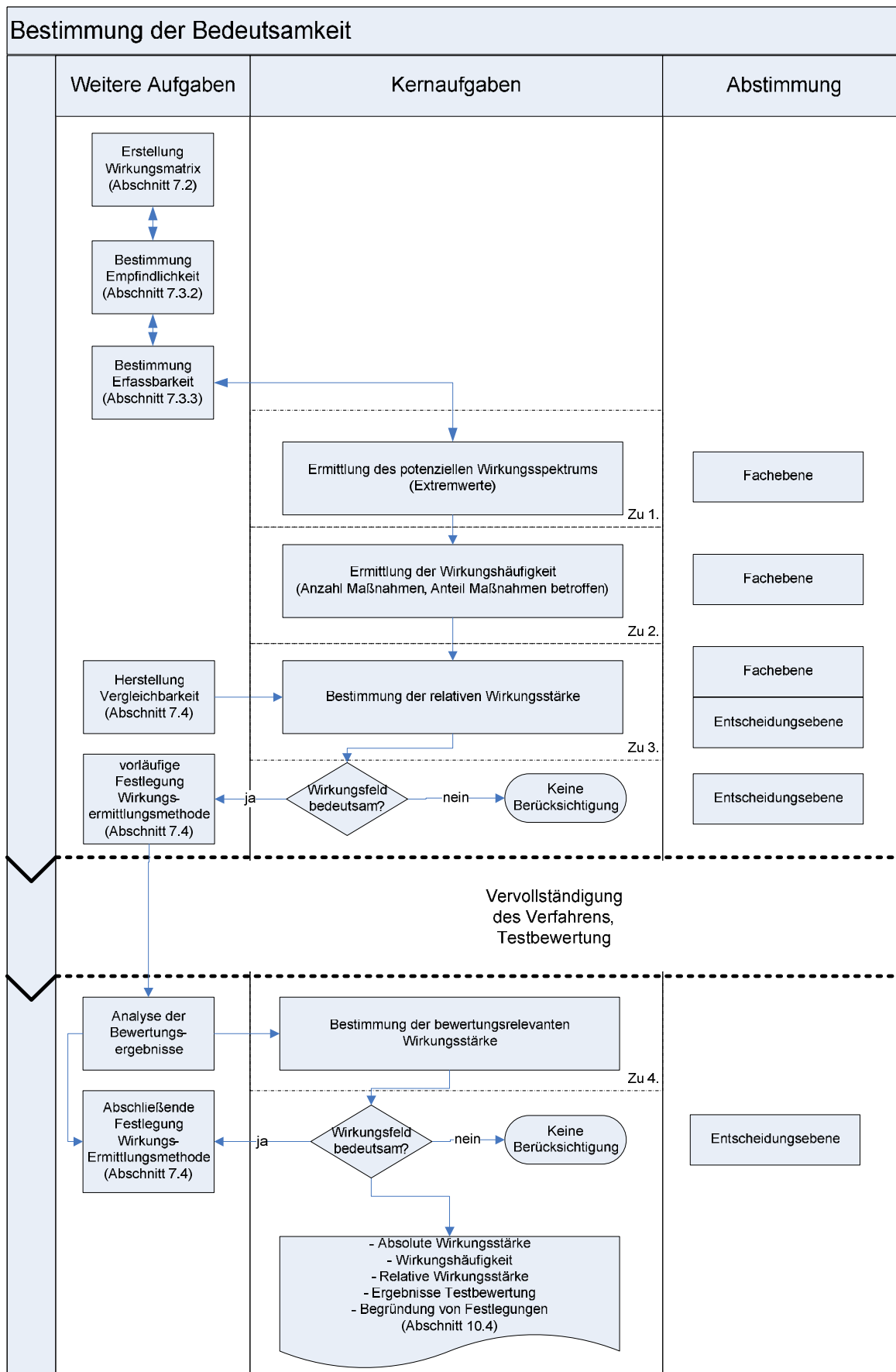


Abbildung A1-6: Ablaufschema Bestimmung der Bedeutsamkeit (in Klammern der Verweis auf die Abschnitte des Hauptdokuments mit weiterführenden Informationen)



#### D.4 Hinweise für die Festlegung der Wirkungsermittlungsmethode

- Im Anschluss an die Bestimmung der bewertungsrelevanten Wirkungsfelder ist eine **Auswahl und Festlegung** der für die Wirkungsbeschreibung geeigneten **Wirkungsmerkmale** einschließlich deren Operationalisierung erforderlich.

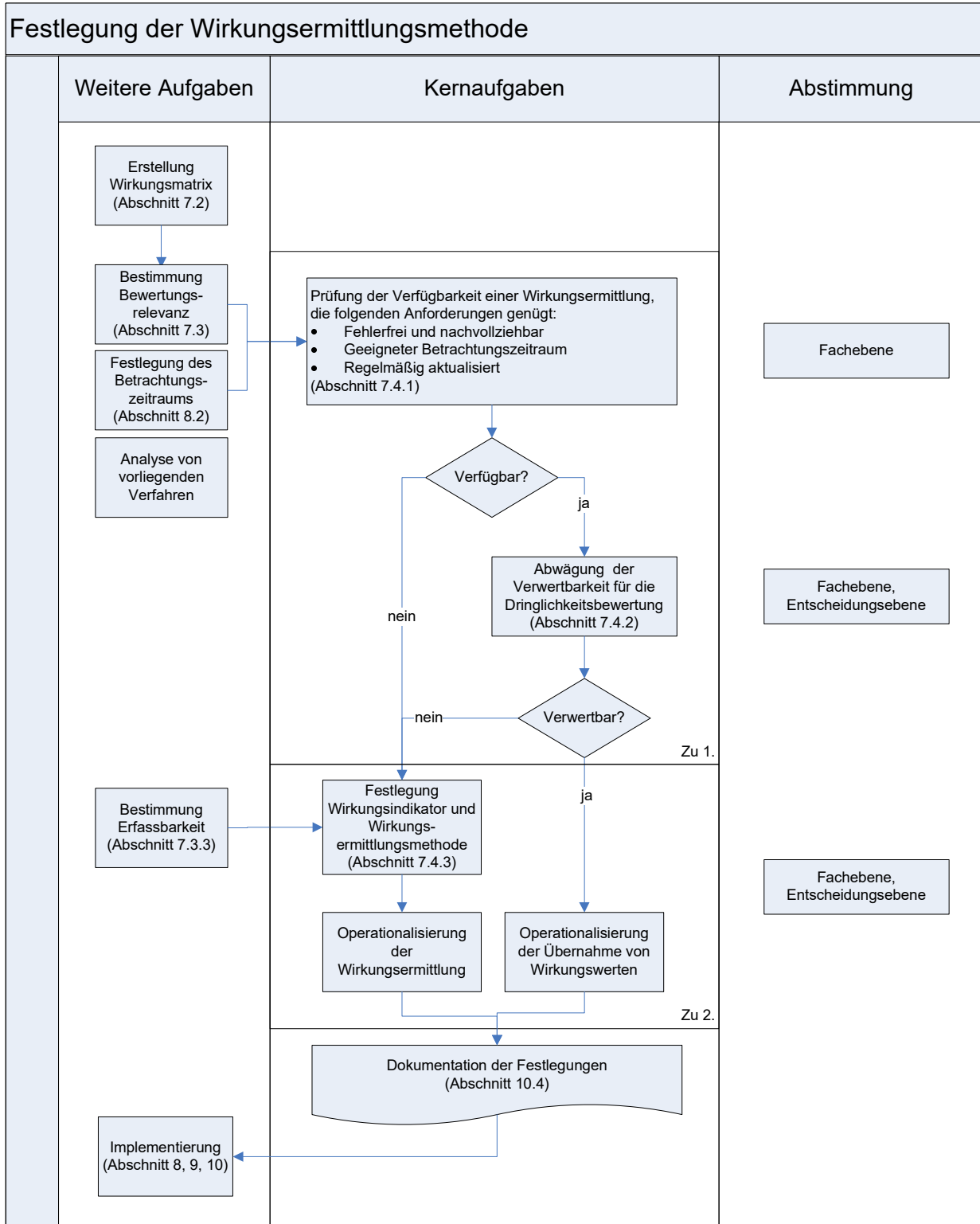


Abbildung A1-7: Ablaufschema Festlegung der Wirkungsermittlungsmethode (in Klammern der Verweis auf die Abschnitte des Hauptdokuments mit weiterführenden Informationen)

- ➔ In einem ersten Schritt ist die grundsätzliche Verfügbarkeit und Eignung einer vorliegenden Wirkungsermittlung zu prüfen (vgl. **Abbildung A1-7, (1)**).
- ➔ Die **Übernahme von vorliegenden Wirkungsermittlungen** setzt die **Fehlerfreiheit** und **Nachvollziehbarkeit** der Daten, die **Vergleichbarkeit** des Betrachtungszeitraums und die regelmäßige **Aktualisierung** der Wirkungsermittlung voraus.
- ➔ Die **Entscheidung über die Verwertbarkeit** von vorliegenden Wirkungsermittlungen wird im Wesentlichen von der Frage bestimmt, ob für die einzelnen Wirkungsfelder eines Wirkungsbereichs eine Vergleichbarkeit der Ergebnisse mit vertretbarem Aufwand bzw. Verlust an Aussagekraft erreicht werden kann.
- ➔ Hierbei sind die Aspekte Zielrelevanz, Ermittlungsmethode, Betrachtungszeitraum, Bezugsfall und relative Wirkungsstärke zu betrachten.
- ➔ Insbesondere wenn für die Verwendung von vorliegenden Wirkungsermittlungen mehrere mit Unsicherheiten behaftete Transformationen vorgenommen werden müssen, ist eine **originäre Ermittlung** der Wirkungen zu bevorzugen (vgl. **Abbildung A1-7, (2)**).
- ➔ Bei einer Wirkungsermittlung innerhalb des Verfahrens sind **quantifizierbare Wirkungsindikatoren** anzustreben.
- ➔ Es sind eindeutige Prozeduren zur Übernahme und Verarbeitung der erforderlichen Datengrundlagen zu definieren.
- ➔ Die Ermittlungsmethoden sind soweit zu **konkretisieren**, dass diese (möglichst als automatisiert nutzbare) Berechnungsvorschriften in das Verfahren implementiert werden können.
- ➔ Aufgrund der potenziell erheblichen Auswirkungen für die Konsistenz der Dringlichkeitsbewertung und die geringe Nachvollziehbarkeit von Transformationen sind die **Ergebnisse dieses Arbeitsschritts** vor Implementation mit der **Entscheidungsebene** ausführlich **abzustimmen**.

#### **D.5 Hinweise für die Identifikation von bewertungsrelevanten Interdependenzwirkungen**

- ➔ Interdependenzen können sowohl aus Abhängigkeiten mit Maßnahmen aus dem betrachteten Maßnahmenkollektiv (**interne Interdependenzen**) als auch aus Abhängigkeiten mit Maßnahmen Dritter (**externe Interdependenzen**) entstehen.
- ➔ Die Berücksichtigung von Wirkungsinterdependenzen kann zu einer erheblichen **Zunahme der Komplexität des Verfahrens** und **des erforderlichen Aufwands** bei der Anwendung des Verfahrens führen.
- ➔ Zur systematischen Identifikation der relevanten Interdependenzwirkungen ist eine Unterteilung nach Wirkungsphasen „Realisierung“ und „Nutzung“ und nach Art der Interdependenz (**Wirkungsinterdependenzen, Bewertungsinterdependenzen, Restriktionen**) sinnvoll.
- ➔ **Restriktionen** sind bei der Bewertung **stets zu berücksichtigen**, da sie die Zulässigkeit der getroffenen Entscheidung mitbestimmen.
- ➔ Die Erfassung von relevanten Bewertungsinterdependenzen muss in enger **Zusammenarbeit mit dem Entscheidungsträger** erfolgen.

- ➔ Für die Verfahrensentwicklung ist der **Schwerpunkt auf die Festlegung von Inhalt und Aufbereitung von Informationen** zu legen, anhand deren eine Interdependenz erkannt werden kann.
- ➔ Die **Ermittlung von Interdependenzen** zwischen einzelnen Maßnahmen sollte von **der/den planenden Fachebene(n)** vorgenommen werden und als Teil der Maßnahmeninformation für die Dringlichkeitsbewertung bereitgestellt werden.

Weiterführende Hinweise sind dem Hauptdokument, Kapitel 7 „Hinweise für die Entwicklung des Ziel- und Wirkungssystems“, zu entnehmen. Allgemeine Hinweise und weiterführende Quellen zur Entwicklung eines Ziel- und Wirkungssystems sind im Kapitel 3 „Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Bewertungsverfahren“ der Arbeit dargestellt.

## E Hinweise für die Entwicklung des Bewertungssystems

Das Verfahren erfordert bei dem gegebenen Kontext des Entscheidungsproblems einen multikriteriellen nutzwertanalytischen Ansatz. Außerdem wird Zielgewichtung als Ansatz für die Synthese der verschiedenen Nutzenbeiträge von Maßnahmen berücksichtigt. Nachfolgend werden Hinweise für die Festlegung von ausgewählten, wesentlichen Aspekten der Nutzenermittlung dargestellt. Die Hinweise sollen insbesondere die korrekte vergleichende Bewertung von Wirkungsbeiträgen unter Berücksichtigung der heterogenen (zeitlichen) Wirkungsweisen der einzelnen Maßnahmenarten sowie der periodisch wiederkehrenden Entscheidungsfindung sicherstellen.

### E.1 Hinweise für die Festlegung der Zielgewichtung

- ➔ Für die Verfahrensentwicklung werden ein **multikriterieller nutzwertanalytischer Ansatz** und eine **Zielgewichtung** für die Synthese der verschiedenen Nutzenbeiträge empfohlen.
- ➔ Für die Festlegung der Zielgewichte besteht keine alleinrichtige Vorgehensweise. Im vorliegenden Kontext sollten aber die folgenden Anforderungen eingehalten werden:
  - Konsistente Ergebnisse bei sich ändernden Entscheidungssituationen
  - Interpersonelle Nachvollziehbarkeit
  - Flexibel gegenüber Veränderungen innerhalb des Gewichtungssystems
- ➔ Die Festlegung des Gewichtungssystems, bei dem **Moneterisierungsansätze** herangezogen werden, der grundlegende **nutzwertanalytische Ansatz** aber beibehalten wird, stellt im vorliegenden Kontext eine zielführende Alternative zu herkömmlichen Methoden dar.
- ➔ Hierzu ist in einem ersten Schritt eine Festlegung von **dimensionslosen Skalen** für jedes Zielkriterium vorzunehmen.
- ➔ Zur Einhaltung der Anforderungen an Stabilität und Flexibilität sollte eine **globale Skalierung** vorgenommen werden, wobei die Extremwerte auf der Grundlage der (langfristig) denkbaren Wirkungsextreme festgelegt werden
- ➔ Anschließend erfolgt die Transformation der (ggf. dimensionsbehafteten) Wirkungswerte in **dimensionslose Zielerreichungsgrade**.
- ➔ Für die Festlegung der Gewichtung wird der maximale Zielerreichungsgrad mit einer monetären Größe gleichgesetzt. Diese Größe wird auf der Grundlage von anerkannten Kostensätzen für diesen Wirkungswert abgeleitet. Sofern für einzelne Zielkriterien keine anerkannten monetären Größen bekannt sind, erfolgt die Festlegung der Gewichtung gemeinsam mit der Entscheidungsebene.

$$N_{max,zk} \Rightarrow imp_{max,zk} \Rightarrow MW_{zk} \quad (A1-3)$$

mit:

$MW_{zk}$	Monetäre Bewertung des Wirkungswerts $imp_{max,zk}$
$imp_{max,zk}$	Wirkungswert bei vollständiger Zielerreichung für Zielkriterium zk
$N_{max,zk}$	Nutzwert bei vollständiger Zielerreichung für Zielkriterium zk

$$w_{zk} = \frac{MW_{zk}}{\sum_{z=1}^{n_{zk}} MW_{zk}} \quad (A1-4)$$

$$\sum_{z=1}^{n_{zk}} w_{zk} = 1$$

mit:

$w_{zk}$	Gewichtungsfaktor für das Zielkriterium $z_k$
$MW_{zk}$	Monetäre Bewertung des Wirkungswerts $imp_{max,zk}$
$n_{zk}$	Anzahl Zielkriterien

- Die **abschließende Entscheidung über die Zielgewichtung** muss vom Entscheidungsträger vorgenommen werden.
- Hilfreich für die Entscheidung kann die Auswertung eines **vorläufigen Bewertungsergebnisses** unter Berücksichtigung der vorläufigen Zielgewichtung sein. Ferner können für eine bessere Nachvollziehbarkeit die einzelnen Zielgewichte zusätzlich **thematisch zusammengefasst** werden (z.B. Verkehrssicherheit, Verkehrsabwicklungsqualität, Umfeldauswirkungen, Wirtschaftlichkeit).
- Eine **Dokumentation** der mit den Zielgewichten korrespondierenden monetären Größen erleichtert die Überprüfung der Aktualität und eine evtl. Fortschreibung des Gewichtungssystems bei künftigen Entscheidungsprozessen.

## E.2 Hinweise für die Festlegung des Betrachtungszeitraums

- Die Wirkungsermittlung und -bewertung soll auf die **Wirkungsphase der Nutzung** beschränkt werden. Die Berücksichtigung von Maßnahmenwirkungen während der Realisierungs-, Rückbau- und Entsorgungsphase ist mit erheblichen Unsicherheiten verbunden und sollte deshalb von der Bewertung ausgenommen werden.
- Als Grundlage für die Entscheidung über die zu verfolgende Handlungsalternative wird die Größe  $\Delta u_{min}$  vorgeschlagen. Diese beschreibt die Nutzenveränderung zwischen einer Maßnahmenrealisierung in der aktuellen Entscheidungsperiode  $ez_0$  bzw. in der darauffolgenden Entscheidungsperiode  $ez_1$ . Diese Größe kann mit relativ hoher Sicherheit und ohne aufwändige, langfristig ausgelegte Prognoseverfahren bestimmt werden.
- Durch Verwendung der Größe  $\Delta u_{min}$  können **Maßnahmen mit unterschiedlichen zeitlichen Wirkungsverläufen und Nutzungsdauern vergleichend bewertet** werden, ohne dass hierzu Annahmen über die Randbedingungen und Ergebnisse von künftigen Entscheidungsprozessen getroffen werden müssen.
- Der **Betrachtungszeitraum ist bei diesem Ansatz nicht für alle Maßnahmen gleich**. Mittels einer **vereinfachten Bewertung** durch Gleichsetzung des Betrachtungszeitraums mit der Dauer der Entscheidungsperiode kann ein einheitlicher Betrachtungszeitraum für alle Maßnahmen erreicht werden. Hierdurch treten allerdings Genauigkeitsverluste auf.
- Für Maßnahmen, für die:
  - **längerfristig eine bewertungsrelevante Veränderung** des Nutzwerts gegenüber diesem kurzfristigen Betrachtungszeitraum erwartet wird, und außerdem

- die zeitliche Entwicklung des Nutzwerts in Abhängigkeit vom Realisierungszeitpunkt der Maßnahme steht,

sind bei der Verfahrensanwendung die kurzfristigen Wirkungswerte durch repräsentativere Ersatz-Wirkungswerte zu ersetzen.

- Die Nutzwernermittlung für eine Maßnahme kann für die maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung folgendermaßen operationalisiert werden:

$$u_m = \Delta u_{min,m} = \sum_{zk=1}^{n_{zk}} w_{zk} \times f_{zk} \left( \sum_{bp=bp_{r_0,m}}^{bp_{r_1,m}} (\text{imp}_{pos,m,zk,bp} - \text{imp}_{neg,m,zk,bp}) \right) \quad (\text{A1-5})$$

Mit:

$u_m$	Nutzwert der Maßnahme m
$\Delta u_{min,m}$	Nutzwertveränderung durch Verschiebung der positiven Entscheidung für Maßnahme m vom Entscheidungszeitpunkt $ez_0$ auf Entscheidungszeitpunkt $ez_1$
$bp_{r_0,m}$	Bewertungsperiode, in der die Inbetriebnahme der Maßnahme m bei einer positiven Entscheidung zum Entscheidungszeitpunkt $ez_0$ erfolgt
$bp_{r_1,m}$	früheste Bewertungsperiode, in der die Realisierung der Maßnahme m bei einer positiven Entscheidung zum Entscheidungszeitpunkt $ez_1$ erfolgt
$n_{zk}$	Anzahl Zielkriterien
$w_{zk}$	Gewichtungsfaktor des Zielkriteriums $zk$
$f_{zk}(x)$	Nutzwertfunktion für das Zielkriterium $zk$
$\text{imp}_{pos,m,zk,bp}$	Wirkungswert für das Zielkriterium $zk$ in der Bewertungsperiode $bp$ bei einer positiven Entscheidung für Maßnahme m zum Entscheidungszeitpunkt $ez_0$
$\text{imp}_{neg,m,zk,bp}$	Wirkungswert für das Zielkriterium $zk$ in der Bewertungsperiode $bp$ bei negativer Entscheidung für Maßnahme m zum Entscheidungszeitpunkt $ez_0$

### E.3 Hinweise für die Festlegung des Bewertungs- und Entscheidungskriteriums

- Bei der Bewertung der Nutzwerte sind die erforderlichen finanziellen Aufwendungen, die für die Aktivierung des ermittelten Nutzens erforderlich sind, einzubeziehen.
- Für die **Nutzenbewertung von Maßnahmen** wird als Bewertungskriterium die Bildung eines Quotientenkriteriums in **Anlehnung an eine Wirksamkeits-Kosten-Analyse** empfohlen.

$$NB_h = \frac{U_h}{K_{bew,h}} = \frac{\sum_1^{n_m} u_{m,h}}{\sum_1^{n_m} k_{bew,m,h}} \quad (\text{A1-6})$$

Mit

$NB_h$	Nutzwert-Kosten-Verhältnis der Handlungsalternative h
$U_h$	Nutzwert der Handlungsalternative h
$K_{bew,h}$	Bewertungsrelevante Kosten der Handlungsalternative h
$u_{m,h}$	Nutzwert der Maßnahme m bei der Handlungsalternative h
$k_{bew,m,h}$	Bewertungsrelevante Kosten der Maßnahme m bei der Handlungsalternative h
$n_m$	Anzahl Maßnahmen im Maßnahmenkollektiv

$$k_{bew,m} = \left( \frac{n_{bp,BZ_m}}{n_{bp,ND_m}} \right) \times \sum_{bp=bp_{r_0,m}}^{n_{bp,ND_m}} (k_{pos_{m,bp}} - k_{neg_{m,bp}}) \quad (A1-7)$$

Mit

$k_{bew,m}$	Bewertungsrelevante Kosten der Maßnahme m
$k_{pos_{m,bp}}$	Kosten für die Maßnahme m während der Bewertungsperiode bp bei einer positiven Entscheidung für die Maßnahme m
$k_{neg_{m,bp}}$	Kosten für die Einhaltung der Mindestanforderungen während der Bewertungsperiode bp bei einer negativen Entscheidung für die Maßnahme m
$bp_{r_0,m}$	Bewertungsperiode, in der die Inbetriebnahme der Maßnahme m bei einer positiven Entscheidung erfolgt
$n_{bp,ND_m}$	Anzahl Bewertungsperioden über die Nutzungsdauer der Maßnahme m
$n_{bp,BZ_m}$	Anzahl Bewertungsperioden über den Betrachtungszeitraum der Maßnahme m

→ Entscheidungskriterium für die umzusetzende Handlungsalternative ist das maximale Nutzwert-Kosten-Verhältnis unter Einhaltung der Budgetrestriktion.

$$\max (NB_h) \quad (A1-8)$$

wofür gilt

$$K_{inv,h} \leq B$$

mit

$$K_{inv,h} = \sum_{m=1}^{n_m} k_{inv,m,h}$$

$$k_{inv,m,h} = \begin{cases} k_{inv,m_{min,h}} & \text{wenn gilt } m \in M_{neg,h} \\ k_{inv,m_{dis,h}} & \text{wenn gilt } m \in M_{pos,h} \end{cases}$$

Mit:

$NB_h$	Nutzwert-Kosten-Verhältnis für die Handlungsalternative h
$K_{inv,h}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Handlungsalternative h
$k_{inv,m,h}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Maßnahme m bei der Handlungsalternative h
$k_{inv,m_{dis,h}}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Maßnahme m bei der Handlungsalternative h bei einer positiven Entscheidung für die Maßnahme m
$k_{inv,m_{min,h}}$	Budgetwirksame Investitionskosten für die Maßnahme m bei der Handlungsalternative h bei einer negativen Entscheidung für die Maßnahme m
$B$	Budget für die aktuelle Entscheidungsperiode
$n_m$	Anzahl Maßnahmen im Maßnahmenkollektiv
$M_{neg,h}$	Kollektiv der Maßnahmen mit negativer Entscheidung bei der Handlungsalternative h
$M_{pos,h}$	Kollektiv der Maßnahmen mit positiver Entscheidung bei der Handlungsalternative h

- ➔ Für das **Entscheidungskriterium** sind alle Kosten einzubeziehen, die das **aktuelle Budget belasten** werden.
- ➔ Der Zuordnung von monetären Nutzen- und Kostenkomponenten ist besondere Aufmerksamkeit zu widmen, da hierdurch das Bewertungsergebnis beeinflusst wird.
- ➔ Da die Anzahl an Handlungsalternativen in der Regel einen nicht zu bewältigenden Umfang annehmen wird, sind effiziente Verfahren zur Bestimmung der Entscheidungsalternative zu entwickeln.

Weiterführende Hinweise sind dem Hauptdokument, Kapitel 8 „Hinweise für die Entwicklung des Bewertungssystems“, zu entnehmen. Allgemeine Hinweise und weiterführende Quellen zur Entwicklung eines Bewertungssystems sind im Kapitel 3 „Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Bewertungsverfahren“ der Arbeit dargestellt.



## F Hinweise für die effiziente und robuste Strukturierung des Bewertungsverfahrens

Die Festlegung einer geeigneten Verfahrensstruktur ist ausschlaggebend für die praktische **Anwendbarkeit eines Bewertungsverfahrens**. Der vorliegende Kontext der Entscheidungsfindung erfordert in seiner Komplexität einen **hohen Strukturierungsgrad**, damit ein Verfahren unter Einhaltung aller Verfahrensanforderungen eingesetzt werden kann.

Nachfolgend sind Hinweise zur effizienten Strukturierung der Wirkungs- und Nutzwertermittlung sowie eine robuste Strukturierung der Maßnahmenbewertung und –auswahl dargestellt.

### F.1 Allgemeine Hinweise für die Verfahrensstrukturierung

- ➔ Große Bedeutung für eine effiziente Verfahrensgestaltung hat die (weitgehende) **Automatisierung** von Verfahrensschritten.
- ➔ Für automatisierte Verfahrensteile sind entsprechende **Algorithmen** zu entwickeln und in einer geeigneten Programmiersprache zu implementieren. Die Automatisierung von Verfahrensschritten steht dabei in enger Wechselwirkung mit dem Aufbau des **Datenverarbeitungssystems**.
- ➔ Für nicht oder nur zum Teil automatisierbare Verfahrenskomponenten sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung eindeutige Regelungen aufzustellen.
- ➔ Die arbeitsintensiven Arbeitsschritte sind so in das Verfahren einzugliedern, dass (für das Endergebnis) irrelevante Bearbeitungsschritte auf systematische Weise übersprungen werden können.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist auf einen geregelten Gesamtablauf der Entscheidungsfindung hinzuwirken, der eine **effiziente und robuste Entscheidungsfindung** unterstützt.
- ➔ Die Verankerung eines rollierenden Entscheidungsprozesses und die Implementierung von eindeutigen und verbindlichen Datenübergabevorschriften tragen maßgeblich zur Robustheit der Entscheidungsfindung bei.
- ➔ Die praktische Umsetzung erfordert eine ausreichende **Unterstützung durch die zuständigen Arbeitsebenen**. Diese Unterstützung ist rechtzeitig im Entwicklungsprozess sicherzustellen.
- ➔ Zu den wichtigen Festlegungen bei der Verfahrensentwicklung, die abschließend vom Entscheidungsträger vorzunehmen sind, gehören die Bestimmung der Anzahl an notwendigen **Entscheidungsklassen**, die Definition von **Abbruchkriterien** bei iterativ ablaufenden Verfahrenselementen sowie die **Operationalisierung von Robustheitskriterien**. Der Entscheidungsträger muss im Rahmen der Verfahrensentwicklung in die Lage versetzt werden, begründete Entscheidungen in diesem Zusammenhang zu treffen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist vom Entscheidungsträger abzuwägen, in welchem Umfang die verschiedenen Arten der **Interdependenz** berücksichtigt werden sollen. Eine vollumfängliche Berücksichtigung fordert in der Regel einen sehr hohen Automatisierungsgrad mit entsprechender Informationsversorgung. In der Praxis werden **Vereinfachungen** in diesem Zusammenhang oft nicht zu vermeiden sein.

- ➔ Das **Aufzeigen von verschiedenen Möglichkeiten der verfahrenstechnischen Berücksichtigung von Interdependenzen** mit ihren Konsequenzen für Aufwand und Ergebnisqualität ist daher eine wichtige Aufgabe im Rahmen der Verfahrensentwicklung.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist die fehlerfreie Umsetzung der spezifizierten Bearbeitungsschritte durch **Testläufe** sicherzustellen.

## F.2 Hinweise für die effiziente Strukturierung der Wirkungs- und Nutzwertermittlung

- ➔ Für eine maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung ist zur Sicherstellung eines vertretbaren Aufwands eine **Heuristik** zu entwickeln, welche eine robuste und nachvollziehbare Entscheidungsfindung bei vertretbarem Aufwand unter Berücksichtigung von manuellen und teilautomatisierten Methoden erlaubt.
- ➔ Über ein **iteratives, mehrstufiges Verfahren**, anhand dessen, ausgehend von einer Startlösung, die Wirkungs- und Nutzwertermittlung stufenweise verdichtet wird, kann der erforderliche Ermittlungsaufwand reduziert werden.

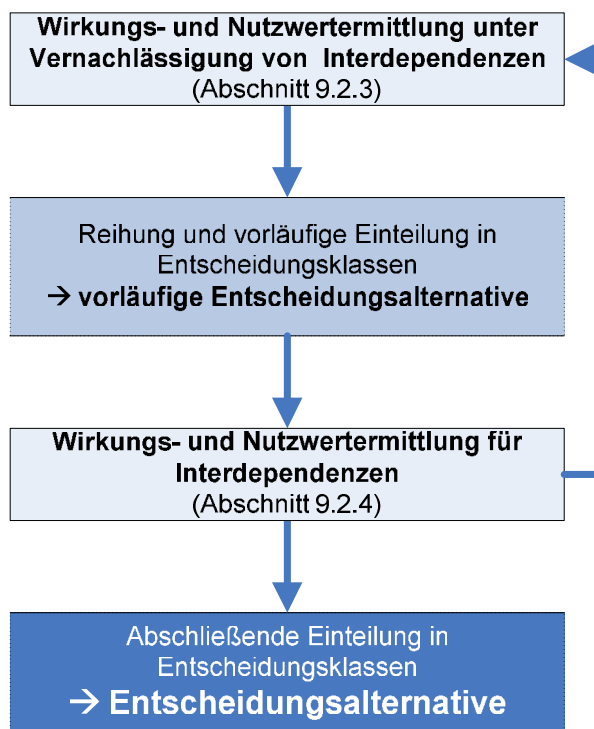


Abbildung A1-8: Grundstruktur eines Verfahrens zur maßnahmenartübergreifende Dringlichkeitsbewertung (in Klammern der Verweis auf die Abschnitte des Hauptdokuments mit weiterführenden Informationen)

- ➔ Als erste iterative Verfahrensstufe wird eine isolierte Wirkungs- und Nutzwertermittlung der Maßnahmen vorgeschlagen, Interdependenzen werden hierbei noch nicht berücksichtigt (vgl. Abbildung A1-8, Abbildung A1-9).
- ➔ Zur Minimierung des Bearbeitungsaufwands soll das Verfahren in einem ersten Bearbeitungsschritt eine **möglichst gute Startlösung** mit vertretbarem Aufwand erzeugen können.

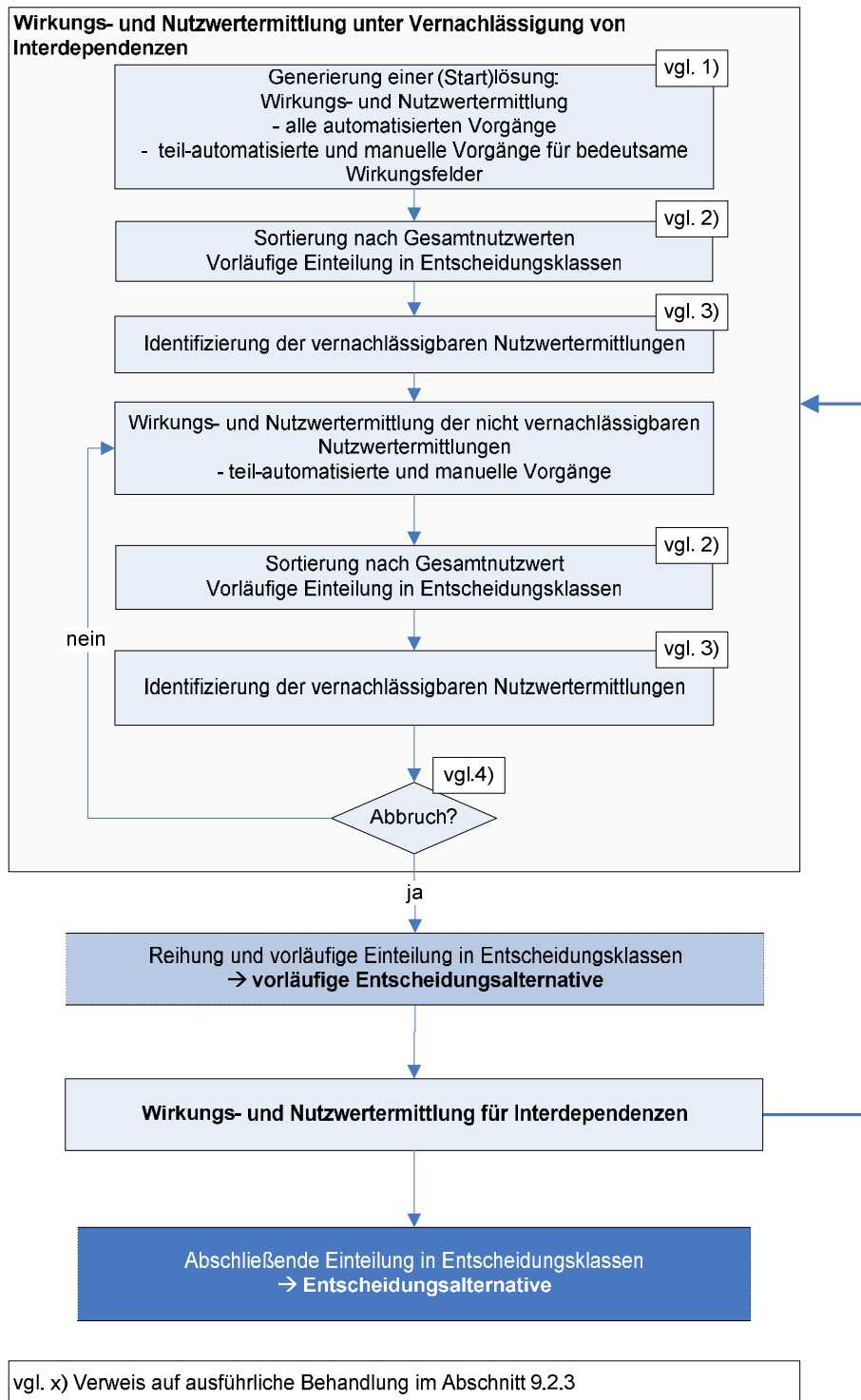


Abbildung A1-9: Ablaufschema Wirkungs- und Nutzwertermittlung unter Vernachlässigung von Interdependenzen

- ➔ Die Festlegung der Wirkungsfelder und Maßnahmenkategorien, die für die Startlösung berücksichtigt werden, sollte nach dem **Aufwand**, der mit der Bewertung eines Wirkungsfeldes für eine Maßnahme verbunden ist, und entsprechend der **Bedeutsamkeit** des Wirkungsfelds erfolgen.
- ➔ Anschließend wird ermittelt, für welche Maßnahmen Veränderungen in der **Zugehörigkeit zu Entscheidungsklassen** auftreten können.
- ➔ Für Maßnahmen mit **nicht vernachlässigbaren Wirkungen** sind anschließend die relevanten Wirkungen zu ermitteln. Als Ergebnis wird ein Teil der Maßnahmen veränderte Nutzwerte aufweisen. Durch Wiederholung der dargestellten Arbeitsschritte bis zu dem Punkt, ab dem keine Maßnahme mehr eine andere Klassenzuordnung erreichen kann, wird eine stabile Lösung bei reduziertem Arbeitsaufwand erreicht.

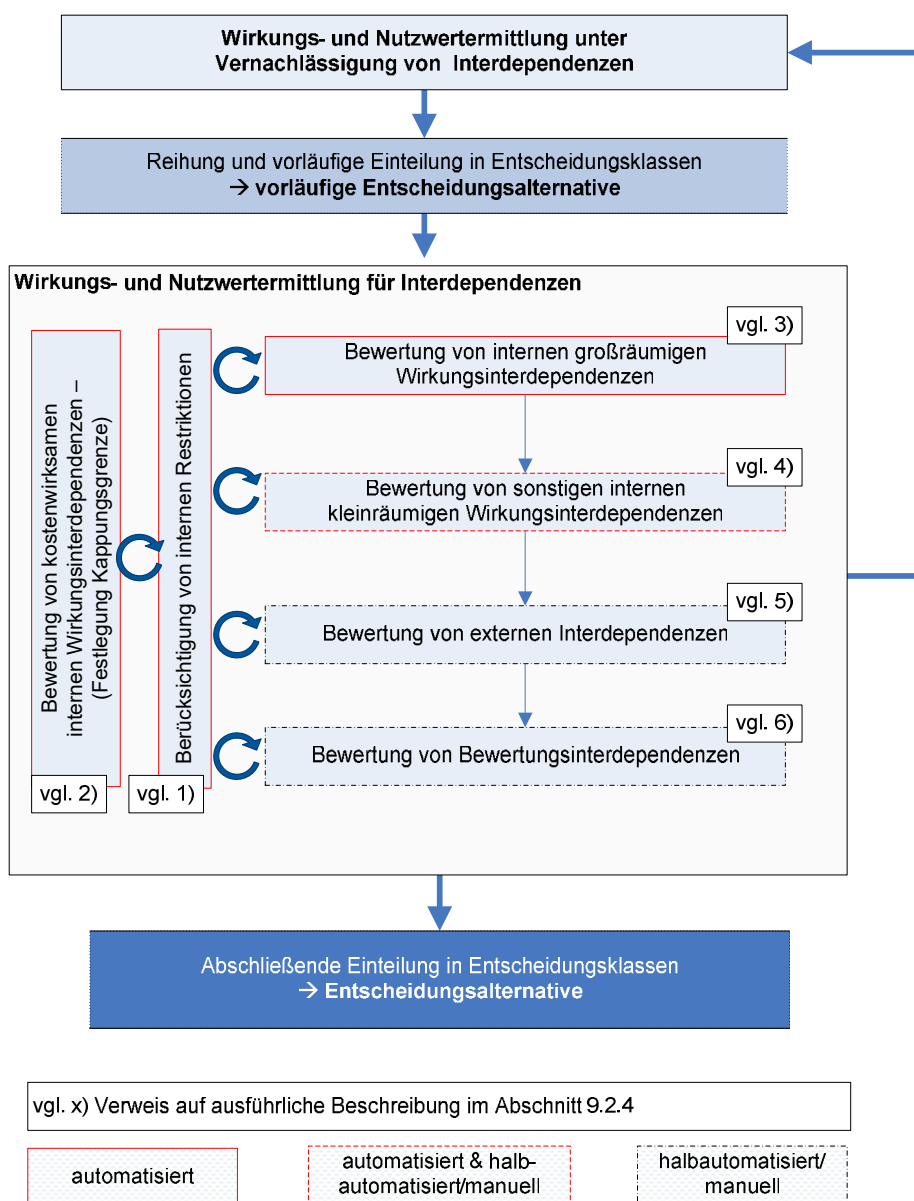


Abbildung A1-10: Ablaufschema Wirkungs- und Nutzwertermittlung für Interdependenzen

- In einer zweiten iterativen Stufe kann dann die Ermittlung von Auswirkungen von Interdependenzen implementiert werden (vgl. Abbildung A1-8, Abbildung A1-10).
- **Restriktionen** und **kostenwirksame Interdependenzwirkungen** sollten aufgrund ihrer Bedeutung für das Bewertungsergebnis stets **vollständig berücksichtigt** werden. Die Ermittlung von entsprechenden Interdependenzen ist deshalb weitestgehend zu automatisieren.
- **Restriktionen** sind für die Handhabbarkeit des Verfahrens **auf ein Minimum zu reduzieren**.
- Diese Verfahrensstruktur führt **nicht zwingend zu einer optimalen Lösung**, erlaubt aber im Allgemeinen zumindest eine gute Näherung.
- Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist auf **geeignete Datenausgabemöglichkeiten** für die Überprüfung von Zwischenergebnissen zu achten.

### F.3 Hinweise für die Konkretisierung und Operationalisierung von Robustheitskriterien

- Über die Festlegung der Robustheitskriterien „**Zulässigkeitsrobustheit**“ und „**Klassenzugehörigkeitsrobustheit**“ lassen sich die vom Entscheidungsträger angestrebten Robustheitsniveaus konkretisieren.
- Für eine ex ante-Beurteilung können die Auswirkungen von Unsicherheit z.B. mit Unterstützung von **Simulationen** ermittelt werden.
- Die **Zulässigkeitsrobustheit** kann als relative Häufigkeit, mit der eine Entscheidung als unzulässig einzustufen ist, zum Ausdruck gebracht werden.

$$ZR_{H_h} = \frac{n_u}{n_s} \quad (A1-9)$$

$$ZR_{A_h} = n_{pos,h} - n_{rel,h}$$

$$ZR_{R_h} = \frac{ZR_{A_h}}{n_{pos,h}}$$

Mit:

$ZR_{H_h}$	Relative Unzulässigkeithäufigkeit der Handlungsalternative h
$n_s$	Anzahl der betrachteten Situationen mit unterschiedlichen Ausprägungen von Unsicherheit für die Entscheidungsalternative h
$n_u$	Anzahl der betrachteten Situationen mit einem unakzeptablen Wert für die Zulässigkeitsrobustheitskriterien $ZR_A$ und/oder $ZR_R$
$ZR_{A_h}$	Absolute Abweichung vom vollkommenen zulässigkeitsrobusten Ergebnis für die Handlungsalternative h
$ZR_{R_h}$	Relative Abweichung vom vollkommenen zulässigkeitsrobusten Ergebnis für die Handlungsalternative h
$n_{pos,h}$	Anzahl der Maßnahmen mit einer positiven Entscheidung bei der Handlungsalternative h
$n_{rel,h}$	Anzahl der realisierbaren Maßnahmen mit einer positiven Entscheidung bei veränderter Ausprägung von Unsicherheit bei der Handlungsalternative h

- Die Klassenzugehörigkeitsrobustheit kann über die relative Häufigkeit von Klassenwechseln operationalisiert werden.

$$KR_{H_h} = \left( \sum_{s=1}^{n_s} \sum_{m=1}^{n_m} d_{ek}(m_{m,s}) \right) / (n_s \times n_m) \quad (A1-10)$$

Mit:

$KR_H$	Relative Klassenwechselhäufigkeit gegenüber der Ausgangssituation (s=0) für die Entscheidungsalternative h
$n_s$	Anzahl der betrachteten Situationen s mit unterschiedlichen Ausprägungen für Unsicherheit für die Entscheidungsalternative h
$n_m$	Anzahl der Maßnahmen im Maßnahmenkollektiv
$d_{ek}(m_{m,s})$	Funktion zur Bestimmung von Klassenveränderungen gegenüber der Ausgangssituation

#### F.4 Hinweise für die Implementierung von Sensitivitätsuntersuchungen

- Eine **Sensitivitätsanalyse** kann auf effiziente Weise Datengrundlagen für die Beurteilung der Robustheit des Verfahrens liefern.
- Die Festlegung des sinnvollen **Aufwands zur Sicherstellung einer ausreichenden Robustheit** muss unter Berücksichtigung des Kontexts des Anwendungsfalls bestimmt werden.
- Bei der Implementation einer Sensitivitätsanalyse im Verfahrensablauf ist nach **zufallsabhängigen und systematischen Informationsstreuungen** zu unterscheiden.

#### F.5 Sonstige Hinweise für die Reduzierung von Unsicherheit

- Ein **rollierender Ablauf des Entscheidungsverfahrens** kann zur Reduzierung von Unsicherheit und damit zur Erhöhung der Robustheit der Verfahrensergebnisse beitragen.
- Für die Implementation einer rollierenden Planung ist die Berücksichtigung von **vorläufigen Entscheidungsklassen** sinnvoll.
- Durch eine **frühzeitige Überprüfung der Datenqualität** im Verfahrensablauf können Unsicherheiten reduziert werden.
- **Metainformationen zur Qualität von gelieferten Daten** vereinfachen die Berücksichtigung von Unsicherheit im Verfahrensablauf.

Weiterführende Hinweise sind dem Hauptdokument, Kapitel 9 „Hinweise für die effiziente und robuste Strukturierung des Bewertungsverfahrens“, zu entnehmen. Allgemeine Hinweise und weiterführende Quellen zur Strukturierung des Verfahrens sind im Kapitel 3 „Methodische Grundlagen für die Entwicklung von Bewertungsverfahren“ dargestellt.

## G Sonstige Hinweise für die Verfahrensentwicklung

### G.1 Hinweise für die Entwicklung des Datenverarbeitungssystems

- ➔ Für eine maßnahmenartübergreifende Bewertung werden für eine hohe Anzahl an Maßnahmen Datengrundlagen benötigt. **Die Aufbereitung dieser Datengrundlagen** wird einen wesentlichen Anteil am Gesamtaufwand für eine Dringlichkeitsbewertung haben.
- ➔ Bereits bei der Verfahrensentwicklung ist daher darauf zu achten, dass bei der Implementation des Verfahrens eine **effiziente Übernahme und Aufbereitung von Datengrundlagen** möglich sein wird.
- ➔ Eine Grundstruktur für das Datenverarbeitungssystem zeigt Abbildung A1-11

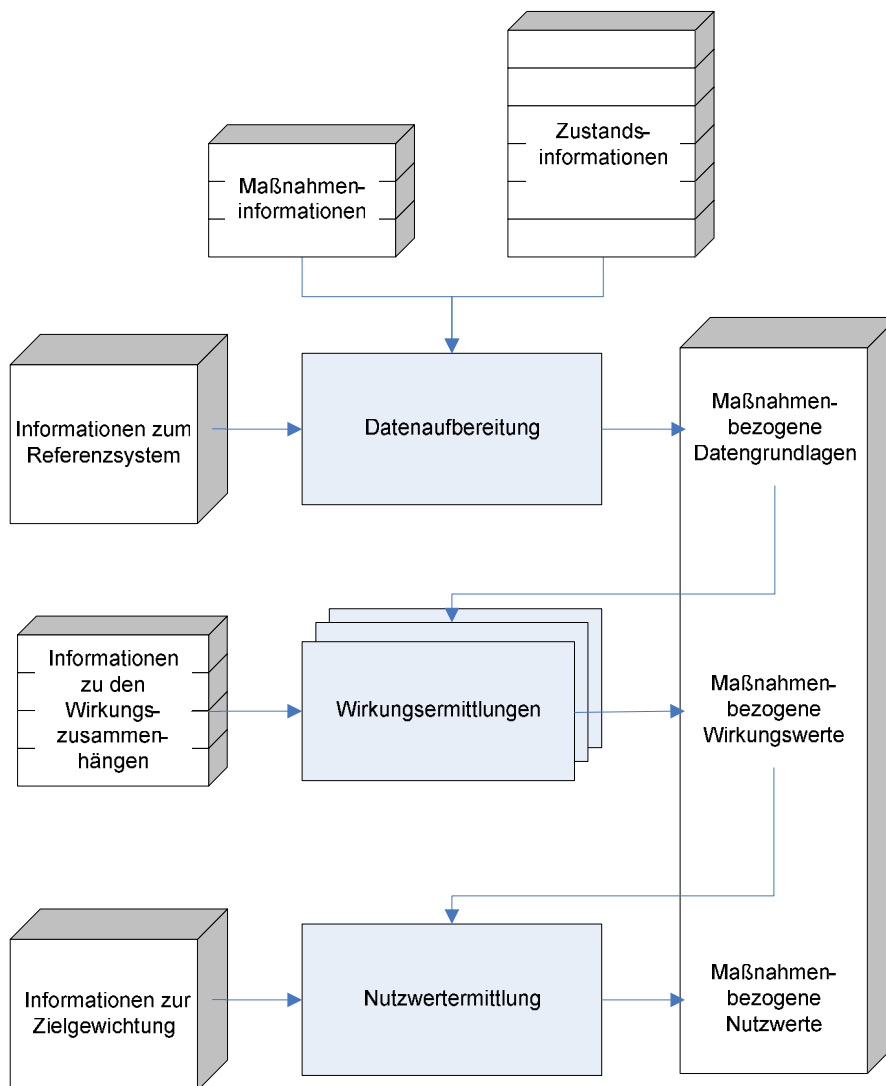


Abbildung A1-11: Grundstruktur für das Datenverarbeitungssystem

- ➔ Bei der Verfahrensentwicklung sind Verfahren vorzusehen, die eine frühzeitige Identifikation von Datenfehlern bei der Verfahrensanwendung sicherstellen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung sind **eindeutige Vorgaben** aufzustellen, wie die relevanten Datengrundlagen für eine Verfahrensanwendung aufzubereiten sind. Diese Vorgaben sind bei künftigen Verfahrensanwendungen von den datenliefernden Stellen zu berücksichtigen.
- ➔ Die Verwendung von **verbreiteten Datenstandards** und **Softwarelösungen** ist anzustreben.
- ➔ Eine **redundante Datenhaltung** ist zu vermeiden.
- ➔ Eine **Versionierung von Datengrundlagen** und Bewertungsergebnissen ist vorzusehen.

## G.2 Hinweise für die Festlegung der Organisationsstruktur

- ➔ Die **Beteiligung** von relevanten Akteuren ist frühzeitig sicherzustellen
- ➔ Die **relevanten Akteure sind im Rahmen der Analyse des Kontexts der Entscheidungsfindung zu identifizieren**. Eine maßnahmenartübergreifende Verfahrensgestaltung erfordert im Allgemeinen die Beteiligung von mehreren verwaltungsinternen Fachabteilungen sowie ggf. weiteren verwaltungsexternen Betroffenen, Interessenvertretern und Fachplanern.
- ➔ Bei der Prozessbeteiligung ist zwischen den Phasen der **Verfahrensentwicklung** und der **Verfahrensanwendung** zu unterscheiden.
- ➔ **Fachabteilungen**, die sich direkt mit der **Planung der Straßenbaumaßnahmen** befassen, sind im Rahmen der Verfahrensentwicklung **regelmäßig zu beteiligen**.
- ➔ **Sonstige Fachstellen** sind bei der Verfahrensentwicklung **bei Bedarf hinzuziehen**. Ebenfalls ist die Beteiligung von verwaltungsexternen, institutionellen oder organisierten Betroffenengruppen zu prüfen.
- ➔ Ggf. sind bei der Verfahrensentwicklung **externe Fachplaner** einzubeziehen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung sollte für den **Anwendungsfall** eine **verbindliche Organisationsstruktur** entwickelt werden.

## G.3 Hinweise für die Festlegung der Dokumentationsstruktur

- ➔ Die Dokumentation der Verfahrensentwicklung sollte auf der Grundlage von mehreren, thematisch zusammenhängenden und aufeinander referenzierten Teil-Dokumenten erfolgen.
- ➔ Im Rahmen der Verfahrensentwicklung ist eine **geeignete Dokumentationsstruktur für den Anwendungsfall** zu entwickeln

Weiterführende Hinweise sind dem Hauptdokument, Kapitel 10 „Sonstige Hinweise zur Verfahrensentwicklung“, zu entnehmen.



---

## **Anlage 2: Analyse von Bewertungsverfahren mit Elementen einer maßnahmenartübergreifenden Bewertung**

---

### **Inhaltsverzeichnis**

Projektbewertung für den Bundesverkehrswegeplan (BVWP)	A2-2
Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)	A2-4
Pavement-Management-Systeme (PMS)	A2-6
Bauwerks-Management-System (BMS)	A2-8
Systematik für eine objektive Dringlichkeitsreihung im Rahmen der Straßenerhaltung in Kommunen	A2-10
Bewertungsverfahren zum Ausbauplan für die Staatsstraßen in Bayern	A2-12
Maßnahmenbewertung in der Straßenerhaltung unter Einbeziehung der EWS	A2-15
Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Landesstraßen in Hessen	A2-17
Beurteilung des Ausbaubedarfs Freie Strecke von Bundes- und Landesstraßen im Land Brandenburg	A2-20
Highway-Development and Management (HDM-4)	A2-22
Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr	A2-24
Need-based project prioritization	A2-26

# Projektbewertung für den Bundesverkehrswegeplan (BVWP)

Charakterisierung		Bundesverkehrswegeplan (BVWP)															
Bezeichnung		Administrativplan, keine Vorschriften für das Aufstellungsverfahren															
Verankerung		Beurteilung von Einzelmaßnahmen und Maßnahmenbündel; Ermittlung eines Dringlichkeitskriteriums, Grundlage für Ausbaugesetze und Finanzierung															
Zweck																	
Typisierung	Entscheidungsverfahren	einkriteriell	quantitativ	statistisch	deterministisch												
	Optimierungsverfahren	multikriteriell	qualitativ	qualitativ	stochastisch												
Periodizität der Durchführung	10 - 15 Jahre, abgeleitete Bedarfspläne alle 5 Jahre <sup>3)</sup> ; Aufstellung des BVWP 2015 beträgt rd. 5 Jahre, davon rd. 3 Jahre für die Bewertung von Maßnahmen. Die Methodik wurde in der Vergangenheit regelmäßig fortgeschrieben.																
einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)	Straßenoberbau Fahrbahn- herstellung	Mehrfach- befestigung	Brücken	Turn- und Tropfbauwerke	Stützmauerwerke	Lärmschutzwälle	Durchlässe	Sonstige Anlagenteile Erweiterungs- einrichtungen	Erneuerung Unterbau	Befestigung	Ausstattung Zusatz	Betriebs- flächen von Neben- anlagen	Neben- betriebe	Hoch- bauten	
		Bauliche Unterhaltung															
		Bauliche Erhaltung															
		Instandsetzung															
	Erneuerung																
	Modernisierung (Um- und Ausbau)																
Klassifizierung	Erweiterung																
	Neubau																
Planungsebene	überregional	regional	lokal														
Zielsystem	Verkehrspolitische Oberziele	Abgeleitete Ziele u. Lösungsstrategien für den BVWP 2015															
	Mobilität im Personenvverkehr ermöglichen	<ul style="list-style-type: none"><li>Substanzerhaltung</li><li>Verbesserung Verkehrsflusses/Engpassbeseitigung (inkl. Verkehrsmanagement)</li><li>Verbesserung von Erreichbarkeiten/Anbindungsqualität</li></ul>															
	Sicherstellung der Güterversorgung, Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit von Unternehmen	<ul style="list-style-type: none"><li>Substanzerhaltung</li><li>Verbesserung Verkehrsflusses/Engpassbeseitigung (inkl. Verkehrsmanagement)</li><li>Zuverlässigkeit von Transporten</li><li>Transportkostensenkungen</li></ul>															
	Erhöhung der Verkehrssicherheit	<ul style="list-style-type: none"><li>Substanzerhaltung</li><li>Verlagerung auf Verkehrswege mit höherer Verkehrssicherheit</li></ul>															
	Reduktion der Emissionen von Schadstoffen und Klimagasen	<ul style="list-style-type: none"><li>Verbesserung Verkehrsflusses/Engpassbeseitigung (inkl. Verkehrsmanagement)</li><li>Verkehrsverlagerung</li><li>Substanzerhaltung</li></ul>															
	Begrenzung der Raumnachfrage von Natur und Landschaft	<ul style="list-style-type: none"><li>Begrenzung des zusätzlichen Flächenverbrauchs</li><li>Kein weiterer Verlust unerschlossener Räume</li></ul>															
	Verbesserung der Lebensqualität in Regionen und Städten	<ul style="list-style-type: none"><li>Substanzerhaltung</li><li>Entlastung von Ortschaften/erschließung städtebaulicher Potenziale</li></ul>															
Zielsystem Bundesverkehrswegeplan 2015 <sup>2)</sup>																	

**Bewertungskomponenten Nutzen-Kosten-Analysen (BVWP 2003)<sup>1a)</sup>**

- Verbilligung von Beförderungsvorgängen (NB)
- o NB1 Senkung von Kosten der Fahrzeuginstandhaltung
- o NB2 Senkung von Kosten des Fahrzeugbetriebs
- Erhaltung der Verkehrswege (NW)
- o NB1 Transportskostenänderungen durch Aufkommensveränderungen
- Erneuerung der Verkehrswege (NW)
- o NW1 Erneuerung der Verkehrswege
- o NW2 Instandhaltung der Verkehrswege
- Erhöhung der Verkehrssicherheit (NS)
- Verbesserung der Erreichbarkeit von Fahrtzielen (NE)
- Räumliche Vorteile (NR)
- o NR1 Beschäftigungseffekte aus dem Bau von Verkehrswegen
- o NR2 Beschäftigungseffekte aus dem Betrieb von Verkehrswegen
- o NR3 Beiträge zur Förderung internationaler Beziehungen
- Entlastung der Umwelt (NU)
- o NU1 Verminderung von Geräuschemissionen
- o NU2 Verminderung von Abgasbelastungen
- o NU3 Verminderung inertieller Treibwerke
- Wirkungen des induzierten Verkehrs (NI)
- Verbesserte Anbindung von See- und Flughäfen (NH)

Erhaltungsmaßnahmen werden nicht Einzel bewertet. Es wird eine Finanzierungsbedarfsprognose zur Erhaltung der vorhandenen Anlagenteile erstellt. Neben Bundesfernstraßen werden Bundesstraßen und Bundeswasserstraßen im Bundesverkehrsplan beurteilt. Sonderprogramme z.B. für Lkw-Parkplätze und Lärmschutz außerhalb des Verfahrens.

**Bewertungskomponenten Nutzen-Kosten-Analysen (BVWP 2003)<sup>4)</sup>**

- Verbilligung von Beförderungsvorgängen (NB)
  - o NB1 Senkung von Kosten der Fahrzeugverhaltung
  - o NB2 Senkung von Kosten des Fahrzeugbetriebs
- NB3 Transportkostenänderungen durch Aufkommensverlagerungen
  - o NB3.1 Erneuerung der Verkehrswege (NW)
  - o NB3.2 Instandhaltung der Verkehrswege
  - o NB3.3 Erhöhung der Verkehrssicherheit (NS)
- Verbesserung der Erreichbarkeit von Fahrtzielen (NE)
  - Räumliche Vorteile (NR)
  - o NR1 Beschäftigungseffekte aus dem Bau von Verkehrswegen
  - o NR2 Beschäftigungseffekte aus dem Betrieb von Verkehrswegen
  - o NR3 Beiträge zur Förderung internationaler Beziehungen
- Entlastung der Umwelt (NU)
  - o NU1 Verminderung von Geräuschbelastungen
  - o NU2 Verminderung von Abgasbelastungen
  - o NU3 Verminderung unerwünschter Toxikwirkungen
- Wirkungen des induzierten Verkehrs (NI)
  - Verbesserte Anbindung von See- und Flughäfen (NH)

<b>Wirkungsermittlung</b>	Mit-/Ohne-Betrachtung in Bezug auf ein Planungsnetz, Bezugshorizont: 2030	feinräumige Gesamtverkehrsprognose und verkehrsträgerbezogene Sekoralprognosen
Datengrundlagen	strecken- und belastungsabhängige Verkehrssituation	Projektinformationssystem (PRINS)
Indikatoren		
Komparabilität	Zeitraum für die Bewertung von Nutzen und Kosten ergibt sich aus den gewogenen Durchschnitt der Lebensdauer von Anlagenteilen (Annuitätenmethode), nichtlokale Wirkungen durch netzweite Wirkungsermittlung berücksichtigt.	
Interdependenzen	Interdependenzen zwischen Maßnahmen über Maßnahmenbündel, NKA einer Maßnahme mit und ohne den interdependierenden Maßnahmen, Bildung und Bewertung von Projektbündeln. <sup>2)</sup>	
Datenunsicherheit	Im Vorfeld der Wirkungsermittlung soll eine verstärkte Vorprüfung und Projektoptimierung erfolgen. Trassenverlauf und Investitionskosten von angemeldeten Projekten sollen plausibilisiert werden. Risiko- und Sensitivitätsanalysen für die Variablen: wirtschaftliche Entwicklung, demografische Entwicklung, Wertschätzung von kleinen Reisezeitgewinnen. Priorisierung von Maßnahmen ohne Unsicherheit bezüglich Einstufung. <sup>3)</sup>	
Bewertung	Nutzen-Kosten-Verhältnis (über Nutzen-Kosten-Analyse), Umweltbetroffenheit (schwer bis nicht monetarisierbare Effekte), Engpassbeseitigung, Raumordnung, Städtebau, Erhaltungsmanagement	
Wertsynthese	Monetarisierungsansatz (NKA)	
Priorisierung	keine Vorgabe von quantifizierten Zielen im Vorfeld, sondern eine fachlich fundierte Abwägung der Ziele auf der Grundlage der Wirkungsermittlung Dringlichkeitskategorien (Vordringlicher Bedarf +, Vordringlicher Bedarf, Weiterer Bedarf), Bewertung innerhalb Verkehrsträger, festgelegte Budgetanteile für Autobahnen (ca. 70%) und Bundesfernstraßen (ca. 30%). Priorisierung primär nach NKV, nach Dringlichkeitskategorie und Straßenkategorie unterschiedliche Bedeutung der sonstigen Bewertungskriterien. Einzelheiten sind noch nicht festgelegt.	
<b>Ablauf</b>		
<b>Quellen</b>	<p>Errordnung des Bundesverkehrswegeplans in den Gesamtprozess der Infrastrukturentwicklung<sup>4)</sup></p> <p>1) FGSV 2010: Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung Köln, 2010.</p> <p>2) BMWV: Grundkonzeption für den Bundesverkehrswegeplan 2015, Berlin.</p> <p>3) <a href="http://www.bmbr.de/SharedDocs/DE/Artikel/BU/bundesverkehrswegeplan.html">http://www.bmbr.de/SharedDocs/DE/Artikel/BU/bundesverkehrswegeplan.html</a></p> <p>4) Günther Maarschik: Prognose des Erhaltungsbetriebs aller Anlagensysteme der Eisenbahninfrastruktur München, 2004.</p> <p>5) BMWV: Bundesverkehrswegeplan 2033. Grundlage der gesamtwirtschaftlichen Bewertungsmethodik Bonn, 2002.</p> <p>6) Significance: Goudappel Coffeng: Was: Erfassung des Indikators Zuverlässigkeit des Verkehrsablaufs im Bewertungsverfahren der Bundesverkehrswegeplanung: Mai 2012</p>	

Aspekt	Charakterisierung															
Bezeichnung	<b>Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS)</b> Im deutschen Regelwerk verankertes Verfahren zur Gewährung von Finanzierungszuschüssen für die Realisierung von Erweiterungs- oder Neubaumaßnahmen im Straßenbau															
Verankerung																
Zweck	Beurteilung von Einzelmaßnahmen (Bauwürdigkeit) und Variantenbewertung, Ermittlung eines Dringlichkeitskriteriums. Verfahren ist für streckenbezogene Maßnahmen mit Auswirkungen auf die Verkehrsbelastungen ausgelegt.															
Typisierung	Entscheidungs-verfahren	<del>einkriteriell</del>	quantitativ	statisch	deterministisch											
	Optimierungs-verfahren	multikriteriell	<del>qualitativ</del>	<del>dynamisch</del>	<del>stochastisch</del>											
Periodizität der Durchführung	keine Vorgaben															
Einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)	Straßenoberbau		Ingenieurbauwerke			Sonstige Anlagenteile			Betriebsflächen von Neben- anlagen	Neben- betriebe	Hoch- bauten			
			Fahrbahn- berküstigung	Nebenflächen- berküstigung	Brücken	Tunnel-/ Trögbauwerke	Stützbauwerke	Lärmschutz- wände	Durchlässe	Erweiterungs- einrichtungen				Erdbauwerke	Begleitplanung	Ausstattung Zubehör
		Bauliche Erhaltung	Bauliche Unterhaltung													
			Instandsetzung													
			Erneuerung													
	Kapazitäts- erweiterung- Neubau	Modifizierung (Um- und Ausbau)														
		Erweiterung														
		Neubau														
Planungsebene	überregional	regional	lokal													
Zielsystem	Reduzierung Betriebskosten															
	Einsparung von Fahrzeiten															
	Reduzierung von Unfallzahl und Unfallschwere															
	Reduzierung Lärmbelastung für Menschen															
	Reduzierung von Schadstoffbelastungen für Menschen, Bauten und Vegetation															
	Reduzierung der CO2-Belastung															
	Reduzierung der Trennwirkung von Straßen für Fußgänger															
Sicherstellung von Zielbreiten von Verkehrsflächen für Fußgänger und Radfahrer																
Reduzierung von Investitionskosten und laufenden Kosten																

Wirkungsermittlung	Mit / Ohne Betrachtung, Bildung von wirkungshomogenen Netzabschnitten, Wirkungsermittlung nach Fahrtrichtungen getrennt, standardisierte Wirkungsbeiträge für vorgegebene Straßentypen, Straßenkategorien und Fahrzeuguntergruppen.
Datengrundlagen	strecken- und belastungsabhängige Verkehrssituation Strukturdaten Streckendaten / Streckentypisierung
Komparabilität	Zeitraum für die Bewertung von Nutzen und Kosten ergibt sich aus einem gewogenen Durchschnitt der Lebensdauer von Anlagenteilen (Annuitätenmethode). Bewertungszeitraum beträgt stets 20 Jahre. Nicht-lokale Wirkungen durch Auswahl eines geeigneten Netzausschnitts sicherzustellen. In der Regel Bewertung auf der Grundlage von Nutzen für ein Jahr (bei dem der Zweck der Straßenbauinvestition voll erreicht ist), variable Nutzenbeiträge können berücksichtigt werden.
Interdependenzen	Interdependenzen zwischen Maßnahmen nur über Verkehrsmengengerüst, nicht speziell berücksichtigt.
Datenunsicherheit	Betrachtet nur solche Nutzen, die nach dem Stand des Wissens hinreichend genau quantitativ erfasst und monetär bewertet werden können. Anforderungen an die verwendeten Daten werden in Abhängigkeit der Planungsphasen angegeben.
Bewertung	
	Wertsynthese Nutzen-Kosten-Verhältnis oder Nutzen-Kosten-Differenz (über Nutzen-Kosten-Analyse)
	Netzabgrenzung, Abschnitteinteilung
Ablauf	Verkehrsprognose und Ermittlung Verkehrsablaufs Wirkungsermittlung Monetarisierung der Nutzen und Kostenkomponenten
Quellen	1) FGSV 2010: Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung. Köln, 2010. 2) FGSV 1997: Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS). Köln, 1997.



## Pavement-Management-Systeme (PMS)

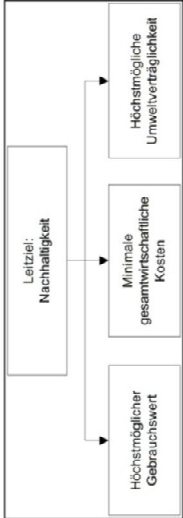
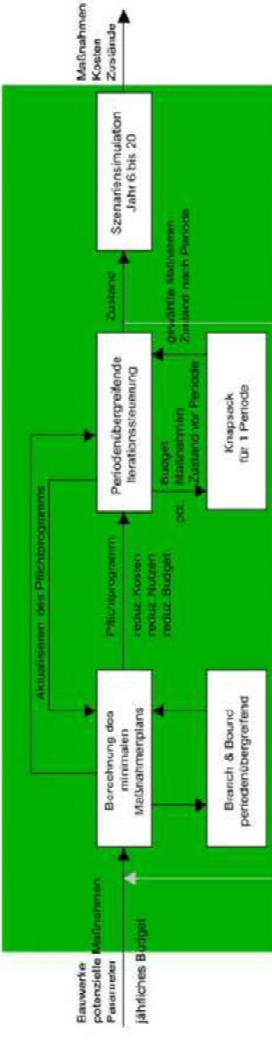
Beschreibung											
Pavement-Management-Systeme (PMS)											
mittelfristige Erhaltungsprogrammaufstellung, Abschätzung des langfristigen Erhaltungsbedarfs, strategische Planung											
Typisierung	Entscheidungsverfahren	<del>einkriteriell</del>	quantitativ	<del>statisch</del>	deterministisch						
	Optimierungsverfahren	multikriteriell	qualitativ	dynamisch	stochastisch						
keine feste Vorgaben, einjährig oder mehrjährig											
einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)									
		Bauliche Unterhaltung									
		Bauliche Erhaltung									
		Instandsetzung									
	Erneuerung										
	Modernisierung (Um- und Ausbau)										
	Kapazitäts-erweiterung	Erweiterung									
Neubau											
Planungsebene	überregional	regional	lokal								
Zielsystem	Wiederherstellung bzw. Aufrechterhaltung eines Straßenzustandes, der dem Verkehrsteilnehmer eine angemessene Leistungsfähigkeit und Sicherheit bei gleichzeitig minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten und höchstmöglicher Umweltverträglichkeit sicherstellt Reduzierung Erhaltungskosten ohne Qualitätseinbußen Rationalisierung der Erhaltungsplanung										

Wirkungsermittlung	Auf der Grundlage von erfassten und prognostizierten Ausprägungen von Zustandsmerkmalen	Netznoten- / Stationierungssystem																																																																																															
Datengrundlagen	Ordnungssystem	ZEB																																																																																															
	Zustandsdaten	Zählungen, Verkehrsprognosen																																																																																															
	Verkehrsdaten	Straßeninformationsdatenbank																																																																																															
	Bauweise																																																																																																
	Straßeninformationen (Anzahl Fahrstreifen, Längsneigung, Fahrbahnen, Querschnitte)																																																																																																
Verhaltensdaten																																																																																																	
Indikatoren	Unebenheiten, Spurrinnen, fiktive Wassertiefe, Griffigkeit, Risse/Oberflächenschäden, Netz-/Quer- und Längsrisse, Verkehrsbelastung, Kosten																																																																																																
Komparabilität	Diskontierung der Kosten, Bildung von homogenen Streckenabschnitten																																																																																																
Interdependenzen	manuelle Anpassung der Ergebnisse zur Berücksichtigung von Interdependenzen mit sonstigen Straßenbaumaßnahmen oder Maßnahmen Dritter																																																																																																
Datenunsicherheit	keine besondere Berücksichtigung																																																																																																
Bewertung	Auf der Grundlage von erfassten und prognostizierten Ausprägungen von Zustandsmerkmalen, Nutzen aus Flächen zwischen den Verhaltenskurven ohne und mit Maßnahme.																																																																																																
Wertsynthese	Zielgewichtung																																																																																																
Priorisierung	maximaler Wirksamkeitszuwachs bei ansteigenden Kosten, anhand eines heuristischen Verfahrens und mit Berücksichtigung von Budgeteinschränkungen																																																																																																
Ablauf	<div>Erhaltungsplanung</div> <div><table><tr><td>Grunddaten</td><td>Zustandsgrößen</td><td>Zustandswerte</td><td>Teilzeitschäden</td><td>Gesamtwerten</td></tr><tr><td colspan="5">in Form von Maßnahmealternativen / Streckenabschnitten / statischen Auswertungen / Zeitstrahl o. A.</td></tr><tr><td colspan="5">objektbezogene Planung</td></tr><tr><td colspan="5">Bildung homogener Abschnitte zur Analyse</td></tr><tr><td colspan="5">netzweite Planung</td></tr><tr><td colspan="5">Vorgabe Prognose- und Betrachtungszeitraum</td></tr><tr><td colspan="5">Vorgabe Budgetanalyse</td></tr><tr><td colspan="5">Zustandspriorisierung Fall "Nichts-zur"</td></tr><tr><td colspan="5">Erstellung von Eingangsbedingungen</td></tr><tr><td>Objektbezogene Schadensanalyse</td><td colspan="4">Erweiterung Erhaltungsstrategie</td></tr><tr><td>Zuordnung technologisch zusätzlicher Maßnahmen und Maßnahmenlokalitäten</td><td colspan="4">Präzisierte Zuordnung von Maßnahmen und Maßnahmenlokalitäten</td></tr><tr><td>Bewertung der Maßnahmenvarianten:</td><td colspan="4">- Zustandspriorisierung (Rückverzeile) - Zustandspriorisierung (Prognose) - Nutzen-Kosten-Verfahren</td></tr><tr><td colspan="5">Finanzbedarfsprognose</td></tr><tr><td colspan="5">Reihung der Maßnahmenvarianten pro Abschnitt nach Bewertungsverfahren</td></tr><tr><td colspan="5">Optimierung für alle Abschnitte des Analysenetzes</td></tr><tr><td colspan="5">Zuordnung optimaler Maßnahmen für vorgegebenen Budgetrahmen</td></tr><tr><td colspan="5">Manuelle Anpassung (z. B. "koordinierte Bauabschnittsanpassung")</td></tr><tr><td colspan="5">Erhaltungsprogramm</td></tr><tr><td>Ausführung der Maßnahme</td><td colspan="4">Zustandsanpassung bei Abnahme</td></tr></table></div>		Grunddaten	Zustandsgrößen	Zustandswerte	Teilzeitschäden	Gesamtwerten	in Form von Maßnahmealternativen / Streckenabschnitten / statischen Auswertungen / Zeitstrahl o. A.					objektbezogene Planung					Bildung homogener Abschnitte zur Analyse					netzweite Planung					Vorgabe Prognose- und Betrachtungszeitraum					Vorgabe Budgetanalyse					Zustandspriorisierung Fall "Nichts-zur"					Erstellung von Eingangsbedingungen					Objektbezogene Schadensanalyse	Erweiterung Erhaltungsstrategie				Zuordnung technologisch zusätzlicher Maßnahmen und Maßnahmenlokalitäten	Präzisierte Zuordnung von Maßnahmen und Maßnahmenlokalitäten				Bewertung der Maßnahmenvarianten:	- Zustandspriorisierung (Rückverzeile) - Zustandspriorisierung (Prognose) - Nutzen-Kosten-Verfahren				Finanzbedarfsprognose					Reihung der Maßnahmenvarianten pro Abschnitt nach Bewertungsverfahren					Optimierung für alle Abschnitte des Analysenetzes					Zuordnung optimaler Maßnahmen für vorgegebenen Budgetrahmen					Manuelle Anpassung (z. B. "koordinierte Bauabschnittsanpassung")					Erhaltungsprogramm					Ausführung der Maßnahme	Zustandsanpassung bei Abnahme			
Grunddaten	Zustandsgrößen	Zustandswerte	Teilzeitschäden	Gesamtwerten																																																																																													
in Form von Maßnahmealternativen / Streckenabschnitten / statischen Auswertungen / Zeitstrahl o. A.																																																																																																	
objektbezogene Planung																																																																																																	
Bildung homogener Abschnitte zur Analyse																																																																																																	
netzweite Planung																																																																																																	
Vorgabe Prognose- und Betrachtungszeitraum																																																																																																	
Vorgabe Budgetanalyse																																																																																																	
Zustandspriorisierung Fall "Nichts-zur"																																																																																																	
Erstellung von Eingangsbedingungen																																																																																																	
Objektbezogene Schadensanalyse	Erweiterung Erhaltungsstrategie																																																																																																
Zuordnung technologisch zusätzlicher Maßnahmen und Maßnahmenlokalitäten	Präzisierte Zuordnung von Maßnahmen und Maßnahmenlokalitäten																																																																																																
Bewertung der Maßnahmenvarianten:	- Zustandspriorisierung (Rückverzeile) - Zustandspriorisierung (Prognose) - Nutzen-Kosten-Verfahren																																																																																																
Finanzbedarfsprognose																																																																																																	
Reihung der Maßnahmenvarianten pro Abschnitt nach Bewertungsverfahren																																																																																																	
Optimierung für alle Abschnitte des Analysenetzes																																																																																																	
Zuordnung optimaler Maßnahmen für vorgegebenen Budgetrahmen																																																																																																	
Manuelle Anpassung (z. B. "koordinierte Bauabschnittsanpassung")																																																																																																	
Erhaltungsprogramm																																																																																																	
Ausführung der Maßnahme	Zustandsanpassung bei Abnahme																																																																																																
Quellen	1) 1) [Maerschalk 2008 #4] 2) Köhler: Elemente eines Erhaltungsmanagementsystems. Straßenbau fachgespräch 2002, Detmold 2002																																																																																																

# Bauwerks-Management-System (BMS)

Charakterisierung																			
Bauwerks-Management-System, optimierte netzweite Reihungen (BMS-EP)																			
Entwicklung im Auftrag der Bundesanstalt für Straßenwesen																			
Optimierung von Maßnahmenplanung und Finanzzeinsatz, Controlling-Instrument																			
Typisierung	<del>Entscheidungsverfahren</del>	einkriteriell	<del>quantitativ</del>	<del>statisch</del>	deterministisch														
	Optimierungsverfahren	multikriteriell	qualitativ	dynamisch	stochastisch														
jährliche Optimierungsläufe, Planungshorizont sechs Jahre																			
Periodizität der Durchführung	einbezogene Maßnahmenarten	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)	Straßenoberbau		Ingenieurbauwerke				Sonstige Anlagenteile			Betriebs- flächen von Neben- anlagen	Neben- betriebe	Hoch- bauen					
			Fahrhahn- befestigung	Nebenflächen- befestigung	Brücken	Tunnel/ Trogbauwerke	Stützbauwerke	Lärmschutz- werke	Durchlässe	Erweiterungs- einrichtungen	Erdbauwerke Unterbau				Bepflanzung	Ausstattung Zubehör			
		Bauliche Erhaltung																	
			Bauliche Unterhaltung																
			Instandsetzung																
		Erneuerung																	
		Modernisierung (Um- und Ausbau)																	
		Kapazitäts- erweiterung	Erweiterung																
			Neubau																
		Planungsebene	überregional											regional	total				



Zielsystem	
	Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Zustandsniveaus der Bundesfernstraßen bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten. Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Leistungsniveaus des Verkehrs auf Gesamtnetz-, Teilnetz- und Korridorebene bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten. Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Umweltschutzniveaus für das Bundesfernstraßennetz bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten. Festlegen, Erreichen und Einhalten eines akzeptablen Sicherheitsniveaus für das Bundesstraßennetz bei minimalen gesamtwirtschaftlichen Kosten.
	Einhaltung von Mindeststandards für Bauwerke unter Einhaltung von jährlichen Budgeteinschränkungen
	Ergebnisse der objektbezogene Bewertung (Zustandswerte) vorgegebene Budgets
Bewertung	Indikatoren Änderung des Bauwerkszustands
	Interdependenzen keine Angaben zur Diskontierung oder Berücksichtigung von unterschiedlichen Bauwerksgrößen
	Datenunsicherheit Begünstigung von mehreren Maßnahmen innerhalb eines Streckenzuges und Vermeidung der parallelen Durchführung an Streckenzügen, die Alternativrouten zueinander darstellen. keine besondere Berücksichtigung
	Nutzenermittlung aus Auswirkungen der Maßnahme auf Bauwerkszustand und Einbeziehung von volkswirtschaftlichen Aspekten (Nutzen = x * Nutzen_Bauwerk + (1-x) Nutzen_Volkswirtschaft; 0 ≤ x ≤ 1)
Ablauf	Wertsynthese bei multikriterieller Bewertung erfolgt die Wertsynthese durch Zielgewichtung, keine Gewichtsanteile vorgegeben
	Priorisierung Multiple-Choice-Knapsack-Methode
	
Quellen	1) Holst, Ralph: Entwicklung eines Bauwerks-Management-Systems für das deutsche Fernstraßennetz Stufe 3. Bergisch Gladbach 2005

# Systematik für eine objektive Dringlichkeitsreihung im Rahmen der Straßenerhaltung in Kommunen

Aspekt	Beschreibung														
Bezeichnung	Systematik für eine objektive Dringlichkeitsreihung im Rahmen der Straßenerhaltung in Kommunen														
Verankerung	Im Auftrag der Wissenschaftsstadt Darmstadt entwickelt.														
Zweck	Rangreihung von Maßnahmen zur Priorisierung der Umsetzung unter Budgetrestriktionen. Maßnahmen werden zuvor auf der Grundlage eines PMS einem kommunalen kurz- bis mittelfristigen Bauprogramm zugeordnet.														
Typisierung	Entscheidungs-verfahren	<del>einkriteriell</del>	quantitativ	statisch	<del>deterministisch</del>										
	Optimierungs-verfahren	multikriteriell	qualitativ	<del>dynamisch</del>											
Periodizität der Durchführung	keine Vorgaben														
einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)													
		Bauliche Unterhaltung													
		Bauliche Instandsetzung													
		Erneuerung													
	Modernisierung (Um- und Ausbau)														
	Erweiterung														
	Neubau														
Planungsebene	<del>überregional</del>		<del>regional</del>		lokal										
Zielsystem	Einbeziehung des Zielträgers "Bürger als Betroffene" in der kommunalen Erhaltungsplanung														

Wirkungsermittlung	Zustandserfassung Lärmbelastung Verkehrsbelastung Anwohnerzahlen	ZEB Lärmkartierung ÖPNV-Fahrplan, DTV-Verkehrsmengenkarte amtl. Statistik
Datengrundlagen		
	Komparabilität	Bildung von wirkungshomogenen Streckenabschnitten, Bewertung für Bestandssituation
	Interdependenzen	Maßnahmen Ver- und Entsorger werden priorisiert behandelt. Keine weitere Interdependenzen.
	Datenunsicherheit	Keine besondere Berücksichtigung
Bewertung		subjektive Einschätzungen kombiniert mit objektiven Datengrundlagen
	Wertsynthese	Nutzwertanalytischer Ansatz, wahlweise additive oder multiplikative Wertsynthese, subjektive Gewichtung
	Priorisierung	Priorisierung primär nach NKV, nach Dringlichkeitskategorie und Straßenkategorie unterschiedliche Bedeutung der sonstigen Bewertungskriterien. Einzelheiten sind noch nicht festgelegt.
Ablauf		Übernahme Maßnahmen aus PMS Erfassung geplanter Eingriffe von Ver- und Entsorgern Übernahme Datengrundlagen Durchführung Priorisierung
Quellen		3) Goldmann, Röss: Werzels Systematik für eine objektive Dringlichkeitsreihung im Rahmen der Straßenreihung in Kommunen, Straße und Autobahn 10, 2008.



Wirkungsermittlung		Mit- / Ohne-Betrachtung									
Datengrundlagen		Bevölkerungs- und Arbeitsplatzentwicklung									
		Anzahl Gästeübernachtungen									
		Zentrale Orte									
		Gebietskategorien gemäß Definitionen des LEP									
Lage (Entlang der Entwicklungssachse, Tourismusgebiete)											
Raumordnungsregionen des Bundes		NW	NB	NE	NS	NU	NF	NA	NR	NFw	K
Indikatoren	Streckendaten <b>vigil</b>										
	Fahrbahnlänge [km]	x	x	x	x	x					
	Fahrbahnbreite [m]	x	x	x	x	x					
	Summe der Höhendifferenzen [m]										
	Kunigleise [gon/km]										
	Knotenpunkte und Kreisverkehrsknoten										
	Gehwegbreite [m]	x	x	x	x	x					
	Radwegbreite [m]	x									
	Zustandsnoten	x									
	Stadtmodellbausteine										
	Art der baulichen Nutzung										
	Verkehrsdichten <b>vigil</b>										
	Verkehrsdichten [DTV]		x	x	x	x					
	Verkehrszusammensetzung		x	x	x	x					
	Fahrzeuggruppen [w.u.s.]		x	x	x	x					
	Unfallindizes <b>igilago</b>										
	Anzahl der Unfälle (P.S)										
	Anzahl der Personenschäden (T.S./LV)										
	Radfahrerbeeinträchtigung										
	Unfallhäufigkeit										
	Kosten										
	aller Anlagenstelle oder nach repräsentativer Aufteilung										
	Erhaltung und Erneuerung										
	Umwelt	x									
	Sonstiges										
	Projektbeschreibung	x	x	x	x	x					
	Lagekarte	x	x	x	x	x					
	Luftbildkarte / topographische Karte	x	x	x	x	x					
	Einwohner										
	Verkehrsmittelbeeinträchtigungen		x	x	x	x					
	Gefahrenstellen										
	Verkehrsmittelbeeinträchtigungen		x	x	x	x					
2)											
Komparabilität											
Interdependenzen											
Datenunsicherheit											

Berücksichtigung von Streckenabschnitten nach Verkehrsstärke, Verkehrszusammensetzung, Straßentyp, zul. Höchstgeschwindigkeit und Art der baulichen Nutzung, Kosten diskontiert, Preisstand 1995  
In Einzelfällen werden Projekte, bei denen eine gegenseitige verkehrliche Abhängigkeit erwartet wird, zusammen bewertet.  
Überprüfung der Modelle mittels Erfolgskontrolle durch realisierte Projekte (ex-Post)

Nutzenkomponenten	
NW	Veränderung der Erneuerungs- und Unterhaltskosten
NB	Veränderung der Fahrzeuginhaltungs- und Betriebsführungskosten
NE	Veränderung der Erreichbarkeit
NS	Veränderung der Verkehrssicherheit
NU	Veränderung der Umweltbelastung
NF	Veränderung der Flächenverfügbarkeit
NA	Erhaltung der Artenvielfalt
NR	Raumordnungsaspekte auf landespolitischer und regionaler Ebene
NFw	Veränderung des Erholungs- und Freizeitwertes
Verkehrsdaten	
DTV	durchschnittliche tägliche Verkehrsstärke
w. u. s.	Werktag, Urlaubswerktag, Sonntage und gesetzliche Feiertage
Unfallindizes	
igo	innerhalb geschlossener Ortschaften
ago	außerhalb geschlossener Ortschaften
UPP	Unfälle mit Personenschaden
UIS	Unfälle mit Sachschaden
T	Anzahl der Getöteten
SV	Anzahl der Schwerverletzten
LV	Anzahl der Leichtverletzten

Bewertung	Nutzen-Kosten-Verhältnis (über Nutzen-Kosten-Analyse), Nutzen bezogen auf das Jahr 2015. Monetarisierungsansatz . Die monetäre Bewertung von Projektnutzen und -kosten erfolgt nach der Annuitätenmethode, es werden jeweils die kalkulatorischen Jahreswerte (Annuitäten) bestimmt und ins Verhältnis gesetzt.
Wertsynthese	
Priorisierung	Einstufung in vier Dringlichkeitsklassen nach Realisierungszeitraum (Dringlichkeitsüberhang, 1. Dringlichkeit (kurz- bis mittelfristige Realisierung), 2. Dringlichkeit (mittel- bis langfristige Realisierung), ohne Rangierung innerhalb der Dringlichkeitsklassen
Ablauf	Getrennte Ermittlung NKV für Projektarten Neu- und Erweiterungsmaßnahme, Beseitigung schienengleicher Bahnübergänge, Erneuerungsmaßnahmen an Brückenbauwerken Im Anschluss der NKA ist eine gesonderte Bewertung der nicht-monetarisierbaren Aspekten erforderlich. Raumwirksamkeitsanalyse, Umweltrisikoaanalyse)
	<pre> graph TD     1[1. Projektdaten • Projektmeldung • Projekttyp] --&gt; 3[3. Netzmodell • Netzabgrenzung und Abschnitteinteilung • Streckentypisierung • Stadtmodellbausteine]     2[2. Projektübergreifende Daten] --&gt; 3     3 --&gt; 4[4. Verkehrsablauf • Verkehrsmasse • Kapazität • Geschwindigkeit]     4 --&gt; 5[5. Datensätze zur Wirkungsermittlung • Datenkatalog • Fahrzeuge]     5 --&gt; 6[6. Berechnung der Kosten- und Nutzenkomponenten]     6 --&gt; 7[7. Berechnung des Nutzen-Kosten-Verhältnisses] </pre>
Quellen	2) 1) Degeimann et al: Bewertungsverfahren zum Ausbauplan für die Staatsstraßen in Bayern unter Einbezug der EMS, Straße+Autobahn 12/2000 2) MUVEDA; Arvo GmbH: Bewertungsverfahren zur Aufstellung des 7. Ausbauplans für die Staatsstraßen in Bayern Teil: Nutzen-Kosten-Analyse (NKA), Aachen 2011



# Maßnahmenbewertung in der Straßenerhaltung unter Einbeziehung der EWS

Aspekt		Beschreibung												
Bezeichnung	<b>Maßnahmenbewertung in der Straßenerhaltung unter Einbeziehung der EWS</b>													
	Verankerung	Ergebnis einer vom BMVfW initiierten verkehrswirtschaftlichen Untersuchung "Abschätzung der Wirkung zeitlich zurückgestellter Reinvestitionen in die Straßeninfrastruktur (Projekt-Nr. 23.004/1997/)												
Zweck	Vereinheitlichung und Systematisierung der Auswahl von Erhaltungsmaßnahmen, Ermittlung der Wertigkeit von Maßnahmen (NKU). Das Verfahren selbst soll in die Entscheidungsfunktion von PMS eingebettet werden.													
Typisierung	<del>Entscheidungsverfahren</del>		einkriteriell	quantitativ	<del>statisch</del>	<del>deterministisch</del>								
	<del>Optimierungsverfahren</del>		multikriteriell	qualitativ	dynamisch	stochastisch								
Im Vorlauf zu Programmentscheidungen														
Einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)	Straßenoberbau		Ingenieurbauwerke				Sonstige Anlagenteile			Betriebsflächen von Nebenanlagen	Nebenbetriebe	Hochbauten
			Fahrbahnbefestigung	Nebenflächenbefestigung	Brücken	Tunnel/Trogbauwerke	Stützauwerke	Lärmschutzwerte	Durchlässe	Entwässerungseinrichtungen	Erbauwerke Unterbau	Bepflanzung	Ausstattung Zubehör	
		Bauliche Unterhaltung												
		Bauliche Erhaltung												
		Instandsetzung												
	Kapazitäts-erweiterung	Erneuerung												
		Modernisierung (Ums- und Ausbau)												
		Erweiterung												
		Neubau												
Planungsebene	<div><div>überregional</div><div>regional</div><div>lokal</div></div>													

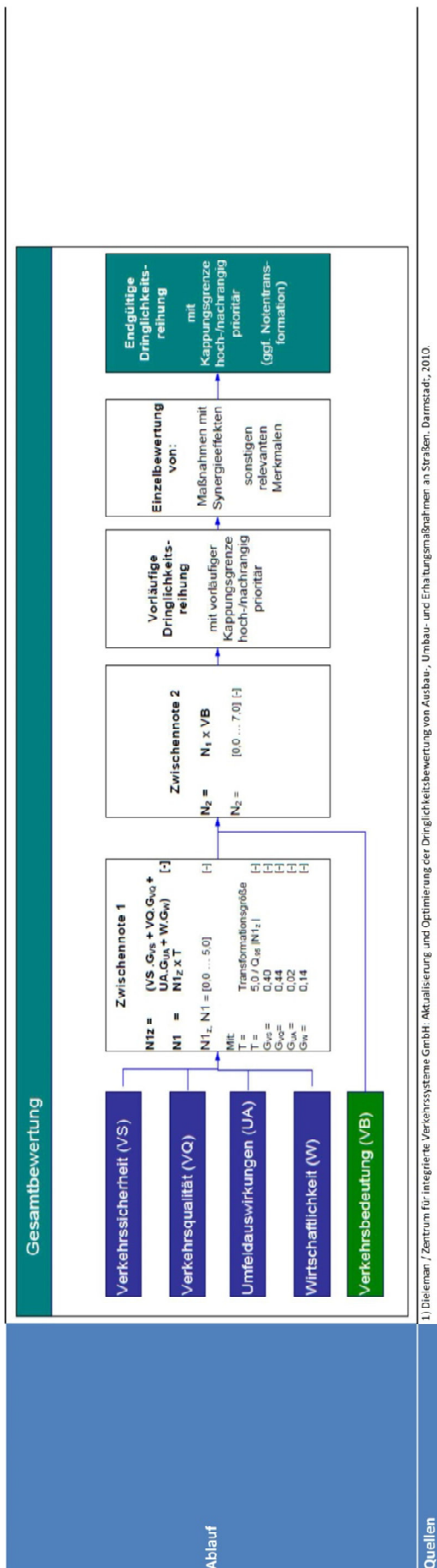
<b>Zielsystem</b>	Minimierung der gesamtwirtschaftlichen Kosten
<b>Wirkungsermittlung</b>	Bewertung Betriebskosten, Fahrzeiten, Schadstoffbelastungen und Klimabelastung über die Geschwindigkeitsänderung Ohne- Mitfall-, Berechnung in jährlichen Zeitscheiben
<b>Datengrundlagen</b>	<p>Strassenzustand ZEB für homogene Abschnitte</p> <p>Netz- und Verkehrsdaten (Netzabschnitte, DTV, SV-Anteil)</p> <p>Bauliche Daten (Fahrbahnaufbau, -alter, durchgeführte Erhaltungsmaßnahmen)</p> <p>Berechnung nach Zeitscheiben, keine Diskontierung, lokale Wirkungsbetrachtung mit Hinweis auf Erweiterung der Methodik zur Berücksichtigung von großräumigen Wirkungen</p>
<b>Komparabilität</b>	Verkehrsmengenkarte, Netzdatenbank
<b>Interdependenzen</b>	Recherche, Datenbanken
<b>Datenunsicherheit</b>	nicht berücksichtigt
<b>Bewertung</b>	monetarisierte Reisegeschwindigkeitsänderungen zwischen Ohne- und Mitfall, Nutzen-Kosten-Verhältnis
<b>Wertsynthese</b>	Monetarisierungsansätze
<b>Priorisierung</b>	
<b>Ablauf</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1) Beschaffung von Ausgangsdaten</li> <li>2) Bestimmen der Verhaltensfunktionsbeschreibung der Straßenbefestigung</li> <li>3) Auswahl zweckmäßiger Erhaltungsmaßnahmen</li> <li>4) Ermitteln der maßgeblichen reduzierten Geschwindigkeiten für den Ohne- und den Mitfall</li> <li>5) Ermitteln der Nutzen über zeit- und fahrleistungsabhängige Kostengruppen (Berechnung nach EWS)</li> <li>6) Ermitteln der Nutzen-Kosten-Verhältnisse</li> </ol>
<b>Quellen</b>	1) Hülsmann: Maßnahmenbewertung in der Straßenerhaltung unter Einbeziehung der Empfehlung für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen (EWS); Straße+Autobahn 10/2000



# Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Landesstraßen in Hessen

Beschreibung													
Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Landesstraßen in Hessen													
Verankerung		Verfahren für die mittelfristige Programmplannung von Straßenbaumaßnahmen an Landesstraßen in Hessen											
Zweck		Dringlichkeitsreihung von Modernisierungs- und Erhaltungsmaßnahmen											
Typisierung	Entscheidungs-verfahren		einkriteriell	quantitativ	statisch	deterministisch							
	Optimierungs-verfahren		multikriteriell	qualitativ	dynamisch	stochastisch							
Periodizität der Durchführung		Im Vorlauf zu Programmentscheidungen, in der Regel alle 5 Jahren											
einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)								Betriebsflächen von Nebenanlagen		Nebenbetriebe	Hochbauten
		Bauliche Unterhaltung											
		Bauliche Instandsetzung											
	Erneuerung												
	Modernisierung (Um- und Ausbau)												
	Kapazitäts-erweiterung												
	Neubau												
Planungsebene	überregional		regional		lokal								

Zielsystem		
	Wirkungsermittlung	Ohne-/ Mitfallbetrachtung, Differenzierung nach streckenbezogene Maßnahmen und Knotenpunkten
	Datengrundlagen	Unfallgeschehen Straßen- und Umfelddaten Bauwerksdaten Verkehrsmengen regionale Bedeutung Daten zum ÖPNV Zustandsdaten
	Indikatoren	Unfallkarte Datenbank Stradivari, Netzknotendatenbank (GIS) Datenbank SIB-Bauwerk Verkehrsmengenkarte Regionalplan ÖV-Fahrplan ZEB
	Komparabilität	längennormierte Nutzenbeiträge, Skalierung und Gewichtung von Wirkungsbeiträgen über Monetarisierungsansätze
Bewertung	Interdependenzen	Synergieeffekte (insbesondere externe Interdependenzen) über eine nicht-formalisierte Einzelbewertung
	Datenunsicherheit	Sensitivitätsanalysen für Projektdaten und Wirkungszusammenhänge, stichprobenartige Überprüfung von nicht unabhängig quantifizierbaren Projektdaten).
	Wertsynthese	Gesamtnutzenwert, nachschaltete Einzelbewertung von nicht in Nutzenwerten transformierbaren Aspekten
	Priorisierung	Nutzwertanalytische Ansatz, Gewichtung in Anlehnung an Monetarisierungsansätzen
		Zwei Kategorien: hoch-prioritär: Die Maßnahme soll im Geltungszeitraum durchgeführt werden; nachrangig-prioritär: Die verfügbaren Finanzmittel lassen eine Umsetzung der Maßnahme im Geltungszeitraum nicht zu.



# Beurteilung des Ausbaubedarfs Freie Strecke von Bundes- und Landesstraßen im Land Brandenburg

Aspekt		Beschreibung										
Bezeichnung		Beurteilung des Ausbaubedarfs Freie Strecke von Bundes- und Landesstraßen im Land Brandenburg unter Einbeziehung der "Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen"										
Verankerung		Bewertungsverfahren des Ministeriums für Stadtentwicklung, Wohnen und Verkehr (MSVV) des Landes Brandenburg										
Zweck		Bewertung Ausbaubedarf zur Mängelbeseitigung oder Mängelminderung durch straßenbauliche Maßnahmen mit Prioritätenreihung										
Typisierung	Entscheidungs-verfahren	<del>ein-kriteriell</del>	<del>quantitativ</del>	<del>statisch</del>	<del>deterministisch</del>							
	Optimierungs-verfahren	<del>multikriteriell</del>	<del>qualitativ</del>	<del>dynamisch</del>	<del>stochastisch</del>							
Periodizität der Durchführung		im Rahmen der Aufstellung von entsprechenden Bauprogrammen										
einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)	Straßenoberbau		Ingenieurbauwerke			Sonstige Anlagenteile		Betriebs-flächen von Neben-anlagen	Neben-betriebe	Hoch-bauten
			Fahrbahn-befestigung	Nebenfäch-erfestigung	Brücken	Tunnel-/Trogbauwerke	Sitzbauwerke	Lärmschutzwärme	Durchlässe			
		Bauliche Unterhaltung										
		Bauliche Instandsetzung										
		Erneuerung										
	Modernisierung (Ums- und Ausbau)											
	Kapazitäts-erweiterung	Erweiterung										
	Neubau											
Überprüfung von zwei Ausbauformen:												
- grundhafter Ausbau (Neubau, Ausbau oder Erneuerung nach den aktuellen Richtlinien)												
- mittelfristiger Ausbau (Einbau von Trag- und Deckschichten auf dem vorhandenen Straßenkörper)												
Maßnahmenart z.T. durch Netzbedeutung vorgegeben												
Planungsebene		überregional	regional	lokal								

<b>Zielsystem</b>	Erhöhung der Verkehrssicherheit Verbesserung der Erreichbarkeit Verringerung Energieverbrauch
<b>Wirkungsermittlung</b>	<b>Ermittlung der Verbesserungspotenzialen (Vermeidung von Mängel = Nutzen, keine Bewertung der Mängelgrößen, vorgegebene Zielgrößen), Grundlage EWS.</b>
Datengrundlagen	Teilweise subjektiv eingeschätzte Wirkungszusammenhänge Straßeninformationsdatenbank (SIB) Aufnahmen vorort
Komparabilität	Umfeldbedingungen
Interdependenzen	Vermeidung von Mehrfacherfassung, Bildung von wirkungshomogenen Abschnitten (Verkehrsstärke, Fahrbahnzustand, Fahrbahnbreite, Straßenbegleitende Bäume, Kurvigkeit, Welligkeit, Linienhafte Verkehrsbeschränkungen, Einheitskosten (pro Quadratmeter), Annuitätenfaktor nach EWS, durchschnittlichen Nutzen/Jahr).
Datenunsicherheit	k.A.
<b>Bewertung</b>	k.A.
Wertsynthese	Netzbedeutung (4 Stufen), Nutzen-Kosten-Verhältnis (>1 = Ausbaubedarf), nur Maßnahmen > 500.000 DM
Priorisierung	Monetarisierungsansätze
<b>Ablauf</b>	k.A.
	Priorisierung primär nach NKV, nach Dringlichkeitskategorie und Straßenkategorie unterschiedliche Bedeutung der sonstigen Bewertungskriterien. Einzelheiten sind noch nicht festgelegt.
<b>Quellen</b>	3) Köppei, Mewes: Beurteilung des Ausbaubedarfs Freie Strecke von Bundes- und Landesstraßen in Land Brandenburg unter Einbeziehung der "Empfehlungen für Wirtschaftlichkeitsuntersuchungen an Straßen" (EWS). Straßenverkehrstechnik 7/2001

Highway-Development and Management (HDM-4)

Aspekt		Beschreibung													
Bezeichnung		Highway-Development and Management (HDM-4)													
Verankerung		Weltweit gängigstes gesamtwirtschaftliches Bewertungsverfahren für Straßeninfrastruktur. Entwickelt im Auftrag der Weltbank.													
Zweck		Beurteilung von Einzelmaßnahmen (Bauwürdigkeit), Ermittlung eines Dringlichkeitskriteriums, strategische Planungen													
Typisierung		Entscheidungs-verfahren		einheitlich	quantitativ	statisch	deterministisch								
		Optimierungs-verfahren		multikriteriell	qualitativ	dynamisch	stochastisch								
Periodizität der Durchführung		keine Vorgaben													
einbezogene Maßnahmenarten		Straßenoberbau		Ingenieurbauwerke			Sonstige Anlagenteile		Betriebs-fischen von Neben-anlagen		Neben-betriebe		Hoch-bauten		
		Fahrflächen-Befestigung		Nebenfahrbahnbefestigung		Brücken	Tunnel / Tragbauwerke	Starbauwerke	Lärmschutzwälle	Durchlässe	Erweiterungs-errichtungen	Unterbau	Ausstattung Zubehör		
Betriebl. Erhaltung		Bauliche Unterhaltung (kontrolle und Wartung)													
		Bauliche Instandsetzung													
		Erneuerung													
Kapazitätserweiterung		Modernisierung (Um- und Ausbau)													
		Erweiterung													
		Neubau													
Planungsebene		überregional		regional		lokal									
Zielsystem		Kategorie		Ziele											
		Ökonomisch		Minimierung von Nutzerkosten											
		Sicherheit		Maximierung des Nettowerts (volkswirtschaftlicher Nutzen)											
		Qualität der Verkehrsabwicklung		Reduzierung von Verkehrsunfällen											
		Umwelt		Ausreichender Nutzerkomfort											
		Energie		Reduzierung von Stauwirkungen											
		Soziales		Reduzierung von Luftschadstoffbelastungen											
		Politisch		Maximierung der Energie-Effizienz											
				Maximierung von sozialen Effekten											
				Berücksichtigung von politischen Aspekten											
Wirkungsermittlung		3)													
Datengrundlagen		Mit-/Ohne-Betrachtung													
		strecken- und belastungsabhängige Verkehrssituation													
		Straßenzustand													
		angestrebte Qualität Straßennetz													
Komparabilität		Eigenschaften von Erhaltungsmaßnahmen													
		Umweltbedingungen													
		Dynamische Wirkungsermittlung und Bewertung, feste Betrachtungszeiträume (i.d.R. 20 – 30 Jahre). Der Untersuchungsraum muss entsprechend der erwarteten Maßnahmenwirkungen festgelegt werden.													

Table 5.2 Criteria Supported in HDM-4 Multi-criteria Analysis

Category	Criteria/Objectives	Attributes
Economic	Minimize road user costs (RUC) and net present value (NPV)	Total road user costs are calculated internally within HDM-4 for each alternative. NPV is calculated internally within HDM-4 for each alternative.
Safety	Reduce accidents	Yearly number and severity of road accidents are calculated internally within HDM-4.
Functional service level	Provide comfort	Provide good riding quality to road users. This is achieved by calculating the average speed of travel and the average speed of travel within HDM-4.
Environment	Reduce road congestion	Reduce road congestion. Congestion is defined in terms of volume-capacity ratio (VCR). VCR values are calculated internally within HDM-4.
Energy	Reduce air pollution	Air pollution is measured in terms of quantities of pollutants from vehicle emissions, which are calculated internally within HDM-4.
Social	Maximize energy efficiency	Efficiency in both global and national energy use in the road transport sector. Energy use is calculated internally within HDM-4.
Political	Maximize social benefits	Social benefits include improved access to social services (e.g. schools, health centres, etc.) and improved access to economic opportunities. These are calculated internally within HDM-4.
	Consider political issues	Consider political issues. A representative value is externally user-defined for each alternative.

Kategorie	Ziele
Ökonomisch	Minimierung von Nutzerkosten
Sicherheit	Maximierung des Netzwerts (volkswirtschaftlicher Nutzen)
Qualität der Verkehrsentwicklung	Reduzierung von Verkehrsunfällen
Umwelt	Ausreichender Nutzerkomfort
Energie	Reduzierung von Stauwirkungen
Soziales	Reduzierung von Luftschadstoffbelastungen
Politisch	Maximierung der Energie-Effizienz
	Maximierung von sozialen Effekten
	Berücksichtigung von politischen Aspekten

3)



	Interdependenzen	Interdependenzen zwischen Maßnahmen über Verkehrsmengengerüst
	Datenunsicherheit	Sensitivitätsuntersuchung für Verkehrsbelastung, Fahrzeugnutzung, Nettonutzen-Komponenten
Bewertung		gesamtwirtschaftlicher Nettobarwert (economic net present value (ENPV)), gesamtwirtschaftlicher interner Zinsfuß (economic internal rate of return (EIRR)), Nutzen-Kosten-Faktor als Quotient aus Nettobarwert und den gesamten diskontierten Investitionskosten.
	Wertsynthese	Monetarisierungsansatz
	Priorisierung	auf der Grundlage des Nutzen-Kosten-Quotients (ENPB/Investitionskosten+Erhaltungskosten)
Ablauf	<div><p>The diagram illustrates the HDM-4 System Architecture. It shows a central flow from 'Data Managers' (which handle vehicle, road, and network data) to 'Analysis Tools' (which use project program strategies). These tools feed into 'Models' (specifically RDM, BLUE, and SEE), which can be used in other systems. The models then interact with 'Core Data' (vehicle plans, road works, projects, strategies) and 'External Systems' (which transfer data to external systems). The entire system is supported by 'RWDE: Road Development and Works Effects', 'RUE: Road-Use Effects', 'RSE: Road-Socio-Economic Effects', and 'PMS: Pavement Management System'.</p></div>	
Quellen	<p>3)</p> <p>1) FGSV 2010: Hinweise zu Einsatzbereichen von Verfahren zur Entscheidungsfindung in der Verkehrsplanung. Köln, 2010.</p> <p>2) European Commission: Guide to cost-benefit analysis of investment projects</p> <p>3) Kerali, Henry G.R.; Odoki, J.B.; Stannard, Eric B.: HDM-4 Highway Development &amp; Management, Volume 1 Overview of HDM-4.</p>	

# Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr

Aspekt		Beschreibung																									
Bezeichnung		Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr																									
Verankerung		Schweizer Normverfahren für die Durchführung von Kosten-Nutzen-Analysen																									
Zweck		Beurteilung von Einzelmaßnahmen (Bauwürdigkeit), Beurteilung von Kosten und Nutzen von verkehrspolitischen Maßnahmen, Ermittlung eines Dringlichkeitskriteriums																									
Typisierung	Entscheidungs-verfahren	ökonomisch	quantitativ	statisch	deterministisch																						
	Optimierungs-verfahren	multikriteriell	quantitativ	dynamisch	stochastisch																						
Periodizität der Durchführung		keine Vorgaben																									
einbezogene Maßnahmenarten	Erhaltung	Betriebliche Unterhaltung (Kontrolle und Wartung)		Straßenoberbau		Ingenieurbauwerke			Sonstige Anlage teile		Betriebs-flächen von Neben-anlagen	Neben-betriebsteile	Hoch-bauen														
		Einzelbauwerke	Einzelbauwerke	Brücken	Tunnel / Tragwerke	Stützmauern	Einflussbereiche	Begrünung																			
		Bauliche Erhaltung	Bauliche Unterhaltung	Instandsetzung	Erneuerung	Modernisierung (Um- und Ausbau)	Erweiterung	Neubau	Kapazitätserweiterung	Kapazitätserweiterung	Kapazitätserweiterung	Kapazitätserweiterung															
		Kapazitätserweiterung	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau	Neubau														
											Planungsebene			überregional										regional			
														Zielsystem	vgl. Indikatoren										lokal		
		Mit / Ohne Betrachtung										Verkehrsprognose															
Wirkungsermittlung	Datengrundlagen	strecken- und belastungsabhängige Verkehrssituation										Verkehrsprognose															
		Baukosten (Eininvestitionen abzüglich Restwerte)																									
Indikatoren	Indikatoren	Einzelinvestitionen																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
		Einzelkosten																									
Komparabilität	Komparabilität	Dynamische Wirkungsermittlung und Bewertung, feste Betrachtungszeiträume (i.d.R. 40 Jahre ab Inbetriebnahme), Reinvestitions- und Restwertberechnung.																									
		Der Untersuchungsraum umfasst das direkt betroffene Gebiet und das Einflussgebiet und muss zusammenhängend definiert sein.																									



Interdependenzen	Interdependenzen für Maßnahmenvarianten, zwischen Maßnahmen nur über Verkehrsmengengerüst, weitere Faktoren nicht speziell berücksichtigt.
Datensicherheit	Zuschlag für Kostenschätzung, wenn für die Maßnahme keine Risikoanalyse vorliegt. Sensitivitätsuntersuchungen: hoher bzw. tiefer Diskontsatz, hoher bzw. tiefer Zeitwert, hohe bzw. tiefe Baukosten, hohes bzw. tiefes Reallohnwachstum.
Bewertung	Nutzen-Kosten-Verhältnis (über Nutzen-Kosten-Analyse), Bewertung von Teilbilanzen "Staat", "Benutzer" und "Allgemeinheit".
Wertsynthese	ausschließlich über Monetarisierungsansatz
Priorisierung	Auf der Grundlage der Ergebnisse der Nutzen-Kosten-Analyse. Bei beschränktem Budget ist zusätzlich eine Rangliste der Projekte aufgrund der Infrastrukturbudgeteffizienz zu bilden, die definiert ist als Verhältnis aus Nettobarwert und der Belastung des Infrastrukturbudgets. Die Belastung des Infrastrukturbudgets entspricht dem Barwert der Kosten, die aus dem beschränkten Budget bezahlt werden müssen. Dies entspricht meist etwa den Investitionskosten (inkl. MWST). Bei beschränktem Budget zeigt diese Rangliste, mit welchen Projekten der größtmögliche Nutzenüberschuss erzielt wird.
Ablauf	<pre>graph TD; A["a) Projektdefinition - Projekt und Alternativen - Referenzfall - Rahmenbedingung und zeitliche Abgrenzung - Rahmenbedingungen"] --&gt; B["b) Bestimmung des Induktorsystems inkl. Teilbilanzen"]; B --&gt; C["c) Erfassung der Wirkungen (Mengenverlust) - Verkehrliche Wirkungen - Übrige Induktoren"]; C --&gt; D["d) Bewertung der Wirkungen (Wertgerüst)"]; D --&gt; E["e) Berechnung der Wirtschaftlichkeit - Diskontierung - Entscheidungskriterium - Teilbilanzen"]; E --&gt; F["f) Sensitivitätsanalysen"]; F --&gt; G["g) Darstellung und Interpretation der Ergebnisse"]; G -.-&gt; A;</pre>
Quellen	3) Ecoplan; Metron: Kosten-Nutzen-Analysen im Straßenverkehr, Bern, 2005.



Zielsystem	<p><b>OBJECTIVES =</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Safety</li><li>Travel Time</li><li>User Comfort</li><li>Vehicle Operating Costs</li><li>Preserve Investment</li><li>Observed Condition</li></ul> <p><b>ATTRIBUTES =</b></p> <ul style="list-style-type: none"><li>Driver Exposure Attributes</li><li>Volume/Capacity Ratio</li><li>Commercial Traffic</li><li>Roadability</li><li>Pavement Structural Evaluation</li><li>Substandard Curves</li></ul> <p>Further breakdown of attributes:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>Driver Exposure Attributes → Narrow Structures</li><li>Volume/Capacity Ratio → Shoulder Width</li><li>Commercial Traffic → Substandard Sight Distance</li><li>Roadability → Surface Lane Width</li><li>Pavement Structural Evaluation → Substandard Curves</li></ul>
Wirkungsermittlung	Drei unterschiedliche Priorisierungsalgorithmen für überregionale Straßen, regionale Straßen und Brücken
Datengrundlagen	Auslastung Schwerverkehrsanteil Bauklasse Straßenzustand Straßeneigenschaften
Indikatoren	s.o.
Komparabilität	keine Diskontierung, Bewertung auf der Grundlage von nutzungs homogenen Abschnitten
Interdependenzen	manuelle Berücksichtigung von Maßnahmeninterdependenzen
Datenunsicherheit	keine besondere Berücksichtigung, vereinfachtes Verfahren da Datenunsicherheit kein komplexes Verfahren rechtfertigt
Bewertung	
Wertsynthese	nutzwertanalytischer Ansatz, Gewichtungen anhand der Delphi-Methode bestimmt
Priorisierung	Gesamtnutzen ohne Maßnahmenkosten, nachträgliche Berücksichtigung von überproportionalen Kosten und besondere Verkehrsbedeutungen über Korrekturfaktoren möglich
Ablauf	Definition von Zielen, Indikatoren und Korrekturfaktoren Entwicklung einer multiattributiven Zielfunktion (Delphi Methode) Aufbau einer Datenbasis rechnergestützte Wirkungsermittlung und Bewertung Rangreihung und Auswahl der Projekten
Quellen	1) Kulkarni, Miller, Ingram, Wong, Lorenz: Need Based Project Prioritization: Alternative to Cost-Benefit Analysis. Journal of Transportation Engineering, March/April 2004.



## Anlage 3: Beispiel für die Festlegung einer Zielgewichtung

Nachfolgende Darstellungen sind (DIELEMAN ET AL. 2010)<sup>1</sup>, S. 50 – S. 54 / Anlage 3, entnommen.

### **Oberziel Verkehrsqualität (VQ)**

#### **Festlegung der relevanten Wirkungsbereiche**

*Das Oberziel Verkehrsqualität (VQ) soll – in Kombination mit dem Oberziel Verkehrssicherheit - die Maßnahmen aus Sicht der Verkehrsteilnehmer darstellen. Relevante Bewertungskomponenten sind:*

- *Reisezeit- und Wartezeitverkürzungen durch Wegfall von freiwilligen oder erzwungenen Geschwindigkeitseinschränkungen und höhere Verkehrsabwicklungskapazitäten an Knotenpunkten.*
- *Komfortverbesserungen durch geringere physische Beanspruchungen der Straßennutzer, Fahrzeug und Nutzlast.*
- *Kosteneinsparungen durch reduzierte Betriebs- und Verbrauchskosten.*

*Auf eine Bewertung der Veränderung der Komfortverbesserungen und Kosteneinsparungen wird verzichtet (vgl. ANLAGE 2)<sup>2</sup>.*

*Der Einfluss der Maßnahmen auf die Kosten, die für Verkehrsteilnehmer entstehen, ist nicht eindeutig bestimmbar und wird als relativ gering eingeschätzt, solange damit keine Aufhebung von Verkehrsbeschränkungen verbunden ist.*

*Für die Bewertung von Komfortverbesserungen kann grundsätzlich der Gebrauchswert herangezogen werden, der die Angebotsqualität der Straßeninfrastruktur im Hinblick auf die Leistungsfähigkeit (Befahrbarkeit) und Sicherheit kennzeichnet. Der Gebrauchswert wird aus den allgemeinen Unebenheiten, Spurrinnen, fiktiver Wassertiefe und Griffigkeit gebildet. Die Griffigkeit ist bereits in die Bewertung der Verkehrssicherheit eingeflossen. Angaben für eine objektive Bewertung von Komfortverbesserungen, die einen Vergleich mit anderen Nutzenkomponenten erlauben würden, liegen aber nicht vor. Der Nutzen wird relativ gering eingeschätzt. Ferner sind Interdependenzen mit der Bewertung von Reisezeitverkürzungen zu sehen, da z.B. Geschwindigkeitseinschränkungen durch Zustände hervorgerufen werden, die durch Komponenten des Gebrauchswerts beschrieben werden. Vor diesem Hintergrund wird auf die Bewertung von Komfortverbesserungen verzichtet.*

*Damit konzentriert sich die Bewertung der Verkehrsqualität auf maßnahmenbedingte*

- *Reiseveränderungen durch Geschwindigkeitsänderungen (VQ<sub>V</sub>).*
- *Reisezeitveränderungen durch Aufhebung von Nutzungseinschränkungen (VQ<sub>NE</sub>).*
- *Wartezeitveränderungen an Knotenpunkten (VQ<sub>KP</sub>).*

<sup>1</sup> DIELEMAN ET AL. 2010 Dieleman, O./ Berz, O./ Stumpf, P./ Sturm, P.: Aktualisierung und Optimierung der Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Straßen: Fortschreibung des Bewertungsverfahrens der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2010

<sup>2</sup> Anmerkung: die erwähnte Anlage 2 ist in dieser Arbeit in Anlage 6 auf Seite A6-7 dargestellt

### **Reisezeitveränderungen durch Geschwindigkeitsänderungen (VQV)**

Die Maßnahmenwirkung auf die durchschnittlichen Geschwindigkeiten sind im Regelfall als gering und kaum prognostizierbar einzustufen. Lediglich größere Änderungen der Fahrgeschwindigkeit sind für die Bewertung relevant. Daher konzentriert sich die Bewertung auf die Aufhebung von zustandsbedingten Geschwindigkeitsbeschränkungen für den Kfz-Verkehr.

Hierzu wird die Zeitersparnis durch die Erhöhung der zulässigen Geschwindigkeit, durch die Aufhebung von Geschwindigkeitseinschränkungen, die Streckenlänge über die eine Verbesserung erreicht wird, und unter Berücksichtigung der Verkehrsbelastung und Anzahl der Betroffenen ermittelt. Hierzu sind Angaben der ÄSV zur Änderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit und die betroffene Streckenlänge anzugeben.

Der Nutzen lässt sich über Monetarisierungsansätze bestimmen. Aktuelle Kostensätze für die Bewertung von Reisezeitveränderungen liegen aus den IMPACT (Internalisation Measures and Policies for All external Cost of Transport) [CE Delft, 2008] und HEATCO (Developing Harmonised European Approaches for Transport Costing and Project Assessment) [EC 2006] Studien vor.

Diese Studien beziffern den Nutzen differenziert nach verschiedenen Fahrtzwecken. Die Kostensätze differenzieren zwischen knapp 24 € pro Fahrzeuginsasse und Stunde für Geschäftsreisen und rd. 7 € pro Fahrzeuginsasse und Stunde für kürzere Fahrten für sonstige Zwecke (alle Fahrten außer Geschäftsreisen und Fahrten von und zur Arbeit). Die BVWP [BMVWP 2005] berücksichtigt dahingegen für die Personenzeitkosten im privaten Verkehr 3,83 €/h. Die EWS [FGSV 1997] bezieht die Zeitkosten auf Fahrzeuggruppen (Pkw 11 DM/Kfz.h, Lkw 42 DM/Kfz.h, Lastzug 60 DM/Kfz.h und Bus 125 DM/Kfz.h)

Für die Bewertung wird der Kostensatz der BVWP in Kombination mit dem dort verwendeten durchschnittlichen Fahrzeugbesetzungsgrad für Werktage von 1,4 Pers./Fzg. als einheitlicher Kostensatz 5,40 €/kfz.h (1,4 Pers./Fzg. x 3,83 €/Pers.h) angesetzt. Auf eine weitere Differenzierung nach Fahrzeugtypen oder Fahrtzwecken wird unter Berücksichtigung der sonstigen Unsicherheiten und Vereinfachungen im Sinne der Handhabbarkeit des Verfahrens verzichtet.

Die Formalisierung der Notenermittlung wird in ANLAGE 3.2.1 dargestellt.<sup>3</sup>

### **Reisezeitveränderungen durch Aufhebung von Nutzungseinschränkungen (VQ<sub>NE</sub>)**

Durch Straßen- oder Bauwerkszustände erforderliche Nutzungseinschränkungen können erhebliche Umwege für die Verkehrsteilnehmer verursachen, deren Aufhebung entsprechend hohe Nutzenpotentiale hat. Nutzungseinschränkungen betreffen im Regelfall den Schwerverkehr (Lkw). Für die Bewertung sind Angaben der ÄSV zur durchschnittlichen Reisezeitverkürzung erforderlich, die z.B. über übliche Routensuchprogramme ermittelt werden können. Vorgeschlagen wird, die Reisezeitveränderungen vereinfacht auf den lokalen Durchgangsverkehr zu beziehen. Damit eventuelle künftig entstehende Nutzungseinschränkungen bei Nicht-Durchführung der Maßnahme eingehen, wird vorgeschlagen, für Bauwerke mit einer Zustandsnote 3 oder höher für das Merkmal Standsicherheit (Nutzungseinschränkungen sind ggf. umgehend vorzunehmen) grundsätzlich die durch eine Nutzungseinschränkung für den Schwerverkehr entstehende Umwegigkeit als Bestandssituation anzunehmen.

Für die Bewertung wird der Kostensatz aus 2.1 in Anlehnung an die EWS [FGSV 1997] mit dem Faktor 5,0 hochgerechnet. Der Kostensatz für Lkw beträgt demnach 27,00 €/kfz.h. Auf die gesonderte Berücksichtigung von Betriebskostenänderungen wird im Sinne der Handhabbarkeit des Verfahrens verzichtet.

Die Formalisierung der Notenermittlung wird in ANLAGE 3.2.2 dargestellt.<sup>4</sup>

<sup>3</sup> Anmerkung: Anlage 3.2.1 ist auf Seite A3-5 dargestellt

<sup>4</sup> Anmerkung: Anlage 3.2.2 ist auf Seite A3-7 dargestellt

**Reisezeitveränderungen durch Reduzierung von Wartezeiten an Knotenpunkten (VQ<sub>KP</sub>)**

Die Wartezeiteinsparungen für Verkehrsteilnehmer durch bauliche Anpassungen an Knotenpunkten können über entsprechende Ermittlungen zur Verkehrsabwicklungsqualität nach HBS [FGSV 2009] ermittelt werden.

Diese Berechnungen berücksichtigen die für die Belastung des Knotenpunkts maßgebenden Spitzenstundebelastungen und weitere Informationen, die bei der Maßnahmenmeldung derzeit nicht vorliegen. Im Rahmen der Dringlichkeitsbewertung können aufgrund des hiermit verbundenen Aufwands keine solchen Ermittlungen durchgeführt werden. Vorgeschlagen wird, dass die Wartezeitenabnahmen durch die ÄSV bei der Maßnahmenmeldung angegeben werden. Solche Informationen dürften vorliegen, wenn der Knotenpunkt aus Kapazitätsgründen angepasst wird.

Analog zu der Bewertung der übrigen Kriterien werden Änderungen bei den Wartezeiten nur bewertet, wenn der Grenzwert für eine ausreichende Verkehrsabwicklungsqualität an Knotenpunkten, die über die Wartezeit definiert wird, überschritten ist (Qualitätsstufe des Verkehrsablaufs E (Kapazitätsgrenze wird erreicht) oder F (Überlastung)) [FGSV 2009].

Sofern die ÄSV keine Angaben zu den Wartezeitänderungen machen können, lassen diese sich stark vereinfacht aus den Grenzwerten für die Qualitätsstufen des Verkehrsablaufs (QSV) ableiten. Unter der Annahme, dass in der Regel die Qualitätsstufe von QSV E auf QSV D verbessert werden kann, ist für den MIV nach 0 eine Wartezeitreduzierung von 30s pro Verkehrsteilnehmer erreichbar. Dass die Wartezeit von der tatsächlichen Auslastung abhängt und diese für einzelne Knotenströme deutlich unterschiedlich sein kann, wird bei diesem Ansatz nicht berücksichtigt. Es handelt sich daher um eine stark vereinfachte Ermittlungsweise. Eine differenzierte Bewertung von einzelnen Knotenpunktmaßnahmen wird unter diesen Voraussetzungen nicht als sinnvoll erachtet. Alle relevanten Knotenpunktmaßnahmen erhalten im Rahmen der Bewertung den gleichen Nutzenbeitrag, der Nutzenbeitrag über die reduzierten Wartezeiten wird ausschließlich für die Gewichtung des Kriteriums verwendet.

QSV	ÖPNV	Radfahrer	Fußgänger	MIV (nicht koordiniert)
<b>A</b>	≤ 5	≤ 15	≤ 15	≤ 20
<b>B</b>	≤ 15	≤ 25	≤ 20	≤ 35
<b>C</b>	≤ 25	≤ 35	≤ 25	≤ 50
<b>D</b>	≤ 40	≤ 45	≤ 30	≤ 70
<b>E</b>	≤ 60	≤ 60	≤ 35	≤ 100
<b>F</b>	> 60	> 60	> 35	> 100

Grenzwerte für die Qualitätsstufen der verschiedenen Verkehrsteilnehmergruppen und Verkehrsarten nach HBS – zulässige mittlere Wartezeit [s]

Für die Bewertung ist zu berücksichtigen, dass Wartezeitreduzierungen durch die Wiederherstellung einer ausreichenden Verkehrsabwicklungsqualität in der Regel nur in den Hauptverkehrszeiten erzielt werden. Mit der Annahme, dass über 2 Stunden am Werktag entsprechende Hauptverkehrszeiten auftreten, von ca. 20 Werktagen im Monat auszugehen ist, und die Belastung in der Hauptverkehrszeit ca. 10% der DTV-Belastung beträgt, können die Nutzenbeiträge auf Jahresebene ermittelt werden. Die Kostensätze werden analog zu den Reisezeitveränderungen mit 5,40 €/Kfz.h angesetzt.

Die Formalisierung der Notenermittlung wird in ANLAGE 3.2.3 dargestellt.<sup>5</sup>

<sup>5</sup> Anmerkung: Anlage 3.2.3 ist auf Seite A3-9 dargestellt

### **Gewichtung der Kriterien innerhalb der Bewertung Verkehrsqualität**

Der maximale Nutzen wird bei allen Kriterien mit der Note 5,0 erreicht. Nachfolgend werden auf der Grundlage der Ausführungen in ANLAGE 3.2.1<sup>3</sup>, 3.2.2<sup>4</sup> und 3.2.3<sup>5</sup> der maximale Nutzen in €/Jahr abgeleitet (auf volle Tausender gerundet).

Der maximale Nutzen für:

$VQ_V = 5,0$ beträgt nach Anlage 3.2.1:	138.000 €/Jahr
$VQ_{NE} = 5,0$ beträgt nach Anlage 3.2.2:	148.000 €/Jahr
$VQ_{KP} = 5,0$ beträgt nach Anlage 3.2.3:	<u>16.000 €/Jahr</u> +

Der maximal erreichbare Nutzen einer Maßnahme

für das Oberziel Verkehrsqualität  $VQ$  beträgt: **302.000 €/Jahr**

Damit ergeben sich folgende Gewichtungsfaktoren für:

$$\begin{aligned} VQ_V : 138.000 / 302.000 &= 0,46 [-] \\ VQ_{NE} : 148.000 / 302.000 &= 0,49 [-] \\ VQ_{KP} : 16.000 / 302.000 &= \underline{0,05 [-]} + \\ &1,00 [-] \end{aligned}$$



**Anlage 3.2.1: Berechnung der Bewertungsnote für das Kriterium: Reisezeitveränderungen durch Geschwindigkeitsänderungen**

$VQ_{V,j}$  Note für die Verbesserung der Verkehrsqualität für das Merkmal Reisezeitveränderung für die Maßnahme  $j$  [-]

$$VQ_V \in [0,0 - 5,0]$$

$$VQ_{V,j} = p_{V,j} \times \frac{365 \times DTV_j \times T_{\Delta vzul} \times ZK_{Kfz}}{VQ_{NE,norm}} \times 5 = p_{V,j} \times \frac{DTV_j}{DTV_{max}} \times \frac{T_{\Delta vzul,j}}{T_{\Delta vzul,max}} \times 5 \quad [-] \quad (2.1)$$

Mit:

$p_{V,j}$  Anteil des Maßnahmenabschnitts  $j$  mit einer maßnahmenbedingten Erhöhung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit [-]

$$p_{V,j} = \frac{L_{V,j}}{L_{MAII,j}} \quad [-]$$

$L_{V,j}$  Länge des Maßnahmenabschnitts, über die eine maßnahmenbedingte Erhöhung der Höchstgeschwindigkeit erfolgt [m]

( $L_{V,j}$  ist von den zuständigen ASV anzugeben)

$L_{MAII,j}$  Summe der Gesamtlängen aller Messabschnitte im Maßnahmenabschnitt  $j$  [m]

$V_{\Delta zul,j} = V_{zul,b} - V_{zul,pl}$  Veränderung der Höchstgeschwindigkeit vor und nach Realisierung der Maßnahme [km/h]

$V_{zul,b,j}$  zulässige Höchstgeschwindigkeit Bestand (ohne Maßnahme) [km/h]

$V_{zul,pl,j}$  zulässige Höchstgeschwindigkeit Planung (mit Maßnahme) [km/h]

$T_{\Delta vzul,j}$  Reisezeitänderung durch Änderung der Höchstgeschwindigkeit pro Kilometer Strecke und Fahrzeug [h/Kfz]

$T_{\Delta vzul,max} = 0,01 \frac{h}{kFz.km}$  maximal berücksichtigte Reisezeitänderung durch Änderung der Höchstgeschwindigkeit pro Kilometer Strecke und Fahrzeug

$$T_{\Delta vzul} = \frac{1}{V_{zul,b}} - \frac{1}{V_{zul,pl}} \quad [h/Kfz.km]$$

$$T_{\Delta vzu,j} = \begin{cases} T_{\Delta vzu,j} & , \quad T_{\Delta vzu,j} < T_{\Delta vzu,max} \left[ \frac{h}{Kfz, km} \right] \\ T_{\Delta vzu,max} & , \quad T_{\Delta vzu,j} \geq T_{\Delta vzu,max} \end{cases}$$

$$ZK_{k,z} = 5,40 \text{ €/}(Kfz \cdot h) \text{ Zeitkosten } Kfz$$

$$VQ_{V, norm} = \text{Normierungsfaktor} = \text{maximale Reduzierung der Zeitkosten pro Jahr und km für das Merkmal Reisezeitveränderung durch Geschwindigkeitsänderungen [€/}(km \cdot a)]$$

$$VQ_{V, norm} = 365 \times DTV_{max} \times T_{\Delta vzu,max} \times ZK_{k,z} = 365 \times 7.000 \times 0,01 \times 5,40 = 137.970 \text{ €/}(km \cdot a)$$

### Anlage 3.2.2: Berechnung der Bewertungsnote für das Kriterium: Aufhebung von Nutzungseinschränkungen

$VQ_{NE,j}$  Note für die Verbesserung der Verkehrsqualität für das Merkmal *Aufhebung von Nutzungseinschränkungen für die Maßnahme j* [-]

$$VQ_{NE} \in [0,0 - 5,0]$$

$$VQ_{NE,j} = \frac{365 \times DTV_{SV,j} \times T_{\Delta NE,j} \times ZK_{SV}}{VQ_{NE, norm}} \times 5 = \frac{DTV_{SV,j}}{DTV_{SV, max}} \times \frac{T_{NE,j}}{T_{NE, max}} \times 5 \quad [-] \quad (2.2)$$

Mit:

$DTV_{SV,j}$  DTV Schwerverkehr [Kfz/24h]

$$DTV_{SV,j} = \begin{cases} DTV_{SV,j}, & DTV_{SV,j} < DTV_{SV, max} \\ DTV_{max}, & DTV_{SV,j} \geq DTV_{SV, max} \end{cases} \quad Kfz/24$$

$DTV_{SV, max} = 300 \text{ Kfz/24h}$  maximal berücksichtigte Belastung Schwerverkehr

$T_{NE,j}$  Reisezeitänderung durch Aufhebung der Nutzungseinschränkung pro Fahrzeug[h/Kfz]

$T_{NE, max}$  maximal berücksichtigte Reisezeitänderung durch Aufhebung der Nutzungseinschränkung pro Fahrzeug [h/Kfz]

$T_{NE, max} = 0,05 \text{ h/Kfz}$  (entspricht 2,5 km Routenverkürzung bei durchschnittlich 50 km/h)

$$T_{NE,j} = \left( \frac{L_{NE,b,j} - L_{NE,pl,j}}{V_{SV}} \right) [h/Kfz]$$

$L_{\Delta NE,j} = L_{NE,b} - L_{NE,pl}$  [km] Veränderung der Routenlänge vor und nach Realisierung der Maßnahme

$L_{NE,b,j}$  Routenlänge Bestand (mit Einschränkung) [km]

$L_{NE,pl,j}$  Routenlänge Planung (ohne Einschränkung) [km]

$L_{NE,b,j}$  und  $L_{NE,pl,j}$  sind vom ASV anzugeben

$V_{SV} = 50 \text{ [km/h]}$  durchschnittliche Geschwindigkeit Schwerverkehr

$$T_{NE,j} = \begin{cases} T_{NE,j} & , \quad T_{NE,j} < T_{NE,max} \\ T_{NE,max} & , \quad T_{NE,j} \geq T_{NE,max} \end{cases} [h/Kfz]$$

$$ZK_{SV} = 27,00 \text{ €/(Kfz.km)} \quad \text{Zeitkosten Schwerverkehr}$$

$$VQ_{NE,norm} \quad \text{Normierungsfaktor, maximale Reduzierung der Zeitkosten pro Jahr und km für das Merkmal Aufhebung Nutzungseinschränkungen [€/(km.a)]}$$

$$VQ_{NE,norm} = 365 \times DT_{SV,max} \times T_{NE,max} \times ZK_{SV} = 365 \times 300 \times 0,05 \times 27,00 = 147.825 \text{ €/(km.a)}$$

### Anlage 3.2.3: Berechnung der Bewertungsnote für das Kriterium: Ausbauform Knotenpunkt

$VQ_{KP,j}$  Note für die Verbesserung der Verkehrsqualität für das Merkmal Ausbauform Knotenpunkt für die Maßnahme  $j$  [-]

$VQ_{KP,j} \in \{0; 5\}$

$VQ_{KP,j} = 5$  wenn ein Umbau eines Knotenpunktes zur Wiederherstellung einer ausreichenden Verkehrsabwicklungsqualität vorgesehen ist

$VQ_{KP,j} = 0$  alle sonstigen Fälle

Maximale Reduzierung der Wartezeitkosten während der werktäglichen Hauptverkehrszeiten durch den Umbau eines Knotenpunktes:

$$W_{KP,max} = \frac{(W_{KP,b,j} - W_{KP,p,j})}{3600} \quad [\text{h}] \quad \text{maximal berücksichtigte Wartezeitreduzierungen}$$

$W_{KP,b,j} = 100 \text{ [s]}$  durchschnittliche Wartezeit Bestand (ohne Maßnahme)

$W_{KP,p,j} = 70 \text{ [s]}$  durchschnittliche Wartezeit Planung (mit Maßnahme)

$$VQ_{KP,norm} = (52 \times 5) \times (DTV_{max} \times 0,2) \times W_{KP,max} \times ZK_{kfz} = 260 \times 1.400 \times 0,008 \times 5,40 = 15.725 \text{ €/a}$$



---

## **Anlage 4: Beispiel für die Bewertung der Datenqualität**

---

Nachfolgende Darstellungen sind (DIELEMAN ET AL. 2010)<sup>1</sup>, Anlage 6, entnommen.

---

<sup>1</sup> DIELEMAN ET AL. 2010 Dieleman, O./ Berz, O./ Stumpf, P./ Sturm, P.: Aktualisierung und Optimierung der Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Straßen: Fortschreibung des Bewertungsverfahrens der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2010

**Fortschreibung Dringlichkeitsbewertung**  
 Datenqualität und Schwankungsbereiche der Variablen

	Eingangsdaten	Dimension	Beschreibung	Fehlerart systematisch zufällig	Bewertung Datenqualität			Fehlerbereich	
					Quelle	Belastbarkeit	Differenzierung	Genauigkeit	Vollständigkeit
Allgemein	$L_{MA}$	[m]	Maßnahmenlänge	x	ASV			++	++
	$L_{MA}$	[m]	Summe der Messabschnittslängen	x	ZEB			++	++
	DTV	[Kfz/24h]	Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge	x	VMK			+	+
	DTV <sub>SV</sub>	[Kfz/24h]	Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge im Schwerverkehr	x	VMK			+	+
Verkehrssicherheit (VS)	VS <sub>AV</sub>	[-]	Note allgemeine Verkehrssicherheit. Einschätzung durch Mitarbeiter ASV auf der Grundlage von Ortskenntnissen.	(x)	ASV			+	++
	UK <sub>SP</sub>	[€/Unfall]	Unfallkosten für Unfälle mit schwerem Personenschaden	x	HSW	++	++		
	UK <sub>LP</sub>	[€/Unfall]	Unfallkosten für Unfälle ohne schweren Personenschaden	x	HSW	++	++		
	L <sub>ZEB</sub>	[m]	Summe der Längen der Messabschnitte mit einer Zustandsnote ZWGRI > 3,5	x	ZEB			+	+
	UKR <sub>50FO</sub>	[€/1.000.Kfz.km]	Differenz der Unfallkostenrate zwischen durchschnittlicher Griffligkeit und einer unzureichenden Griffligkeit (ZWGRI>3,5)	x	+	o	o		
	L <sub>ZQ</sub>	[m]	Länge, über die der Querschnitt regelkonform ausgebaut wird	x	ASV			++	++
	UKR <sub>20Q</sub>	[€/1.000.Kfz.km]	Differenz der Unfallkostenrate zwischen RG 9,5 und RG 7,5	x	Bast	++	o		
	VS <sub>gr, norm</sub>	[-]	Normierte Note für die Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Änderung des Knotenpunktyps	x	ASV			++	++
	UKR <sub>50KF</sub>	[€/1.000.Kfz.km]	Veränderung der Unfallkostenrate durch Anpassung des Knotenpunktyps	x	Bast	++	+		
	L <sub>V</sub>	[m]	Länge, über die eine Geschwindigkeitsbeschränkung aufgehoben / vermindert werden kann	x	ASV			++	++
Verkehrsqualität (VQ)	V <sub>saal</sub>	[km/h]	Veränderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit mit und ohne Geschwindigkeitsbeschränkung	x	ASV			++	++
	ZK <sub>Kfz</sub>	[€/Kfz.h]	Zeitkosten Kfz	x	BYWP	++	+		
	T <sub>NE</sub>	[h/Kfz]	Reisezeitänderung durch Aufhebung von Nutzungseinschränkungen	x	ASV			+	++
	ZK <sub>SV</sub>	[€/Kfz.h]	Zeitkosten Schwerverkehr	x	BYWP, EWS	++	o		
	W <sub>RF</sub>	[h/Kfz]	Reisezeitänderung durch Erhöhung der Kapazität eines Knotenpunkts	x	ASV, HBS			o	++
	L <sub>WFO</sub>	[-]	Summe der Längen der Messabschnitte in Ortslage mit einem Längeneigenheitsindex LWI > 3,5	x	ZEB			++	+
Umfeldauswirkungen (UA)	D <sub>AVG</sub>	[dB(A)]	Pegeländerung durch Veränderung der Fahrbahnoberfläche	x	-	o	+		
	B	[Pers./km]	Anzahl Betroffene in der Ortslage	x	EWS	++	o		
	LK <sub>Pfz</sub>	[€/Pers.a.]	Lärmkosten für Pegeländerung um 1 dB(A) pro Betroffene und Jahr	x	HEATCO	++	+		
	UA <sub>KP</sub>	[-]	Normierte Note für die Reduzierung der Lärmwirkung durch Änderung des Knotenpunktyps	x	ASV			++	++
Wirtschaftlichkeit (W)	L <sub>WLSB</sub>	[m]	Summe der Längen der Messabschnitte mit einem Substanzwert TWS <sub>UB</sub> > 3,5	x	ZEB			++	+
	D	[-]	Schadensbewertung Dauerhaftigkeit Bauwerke	x	R-EBW-Prüf			++	++
	K <sub>V</sub>	[€/km.a]	Kapitalverlust durch Substanzverlust und erhöhte Unterhaltungskosten bei Nicht-Durchführung der Maßnahme	x	-	o	o		



**Fortschreibung Dringlichkeitsbewertung**  
Datenqualität und Schwankungsbereiche der Variablen



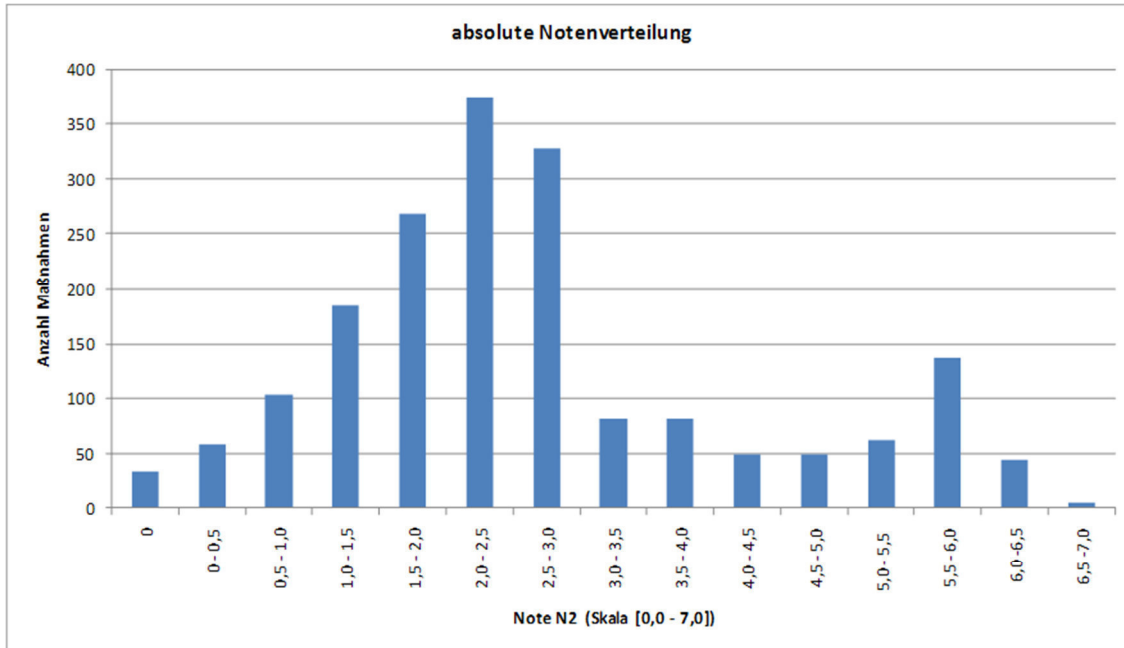
**Legende:**

<b>Belastbarkeit</b> Die Datengrundlagen basieren auf: ++ Richtlinien oder Regelwerk + sonstigen Drittquellen o Schätzungen / Annahmen	<b>Differenzierung</b> Die Datengrundlagen ermöglichen: ++ eine Berücksichtigung der maßnahmenspezifischen Wirkungen + eine stark vereinfachte Berücksichtigung der maßnahmenspezifischen Wirkungen o keine Berücksichtigung der maßnahmenspezifischen Wirkungen
<b>Genauigkeit</b> Die Datengrundlagen unterliegen: ++ geringer Fehlermarge + mittlerer Fehlermarge o hoher Fehlermarge	<b>Vollständigkeit</b> Die Datengrundlagen sind: ++ vollständig + nahezu vollständig o unvollständig



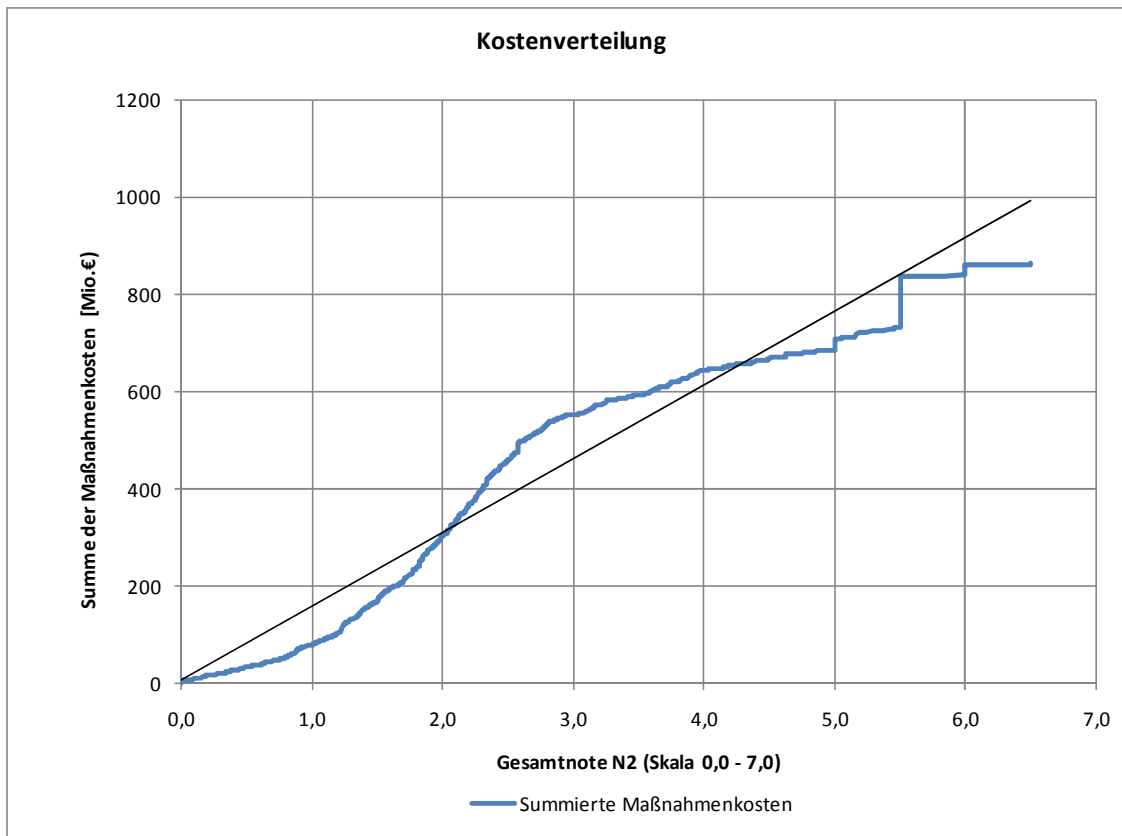
## Anlage 5: Beispiel für Darstellungsformen der Bewertungsergebnisse

Nachfolgende Darstellungen sind (DIELEMAN ET AL. 2010)<sup>1</sup>, S. 75 - S. 77 /Anlage 8, entnommen

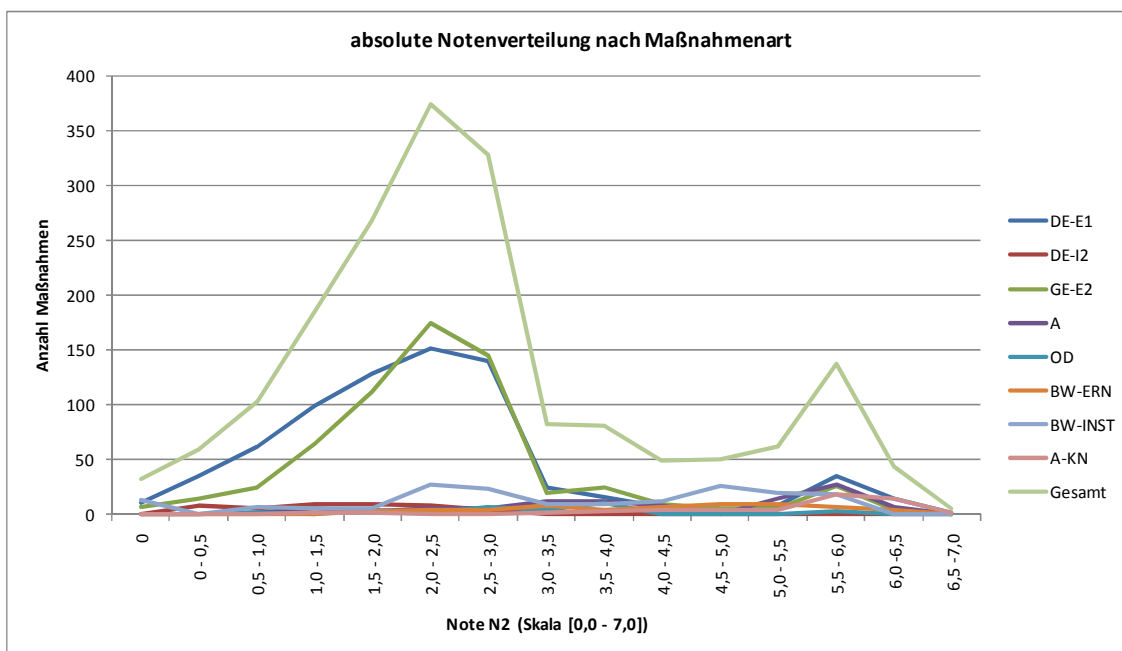


Absolute Notenverteilung

<sup>1</sup> DIELEMAN ET AL. 2010 Dieleman, O./ Berz, O./ Stumpf, P./ Sturm, P.: Aktualisierung und Optimierung der Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Straßen: Fortschreibung des Bewertungsverfahrens der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2010



Kostenverteilung nach Gesamtnote



**Abkürzungsverzeichnis:**

DE-E1: Deckenerneuerung (Deck- und Binderschicht)  
 GE-E2: Grunderneuerung  
 BW-INST: Bauwerk-Instandsetzung  
 A-KN: Ausbau Knotenpunkt

DE-I2: Deckenerneuerung (Deckschicht)  
 A: Ausbau freie Strecke  
 OD: Ausbau Ortsdurchfahrt  
 BW-ERN: Bauwerk-Erneuerung

Absolute Notenverteilung nach Maßnahmenarten



## Ergebnisdarstellung einer Sensitivitätsuntersuchung

Bei diesem praktischen Beispiel wurde eine vollständige Rangreihung der Maßnahme durchgeführt. Die dargestellten Ergebnisse der Sensitivitätsanalyse berücksichtigen daher die höchst mögliche Auflösung in Entscheidungsklassen.



---

## **Anlage 6: Beispiele für Dokumentationsformen im Rahmen der Verfahrensentwicklung**


---

### **Inhaltsverzeichnis**

6.1	Beispiel für die Dokumentation der Bewertungsrelevanz von Wirkungsfeldern	A6-2
6.2	Beispiel für die Dokumentation von Meta-Informationen über Datengrundlagen	A6-3
6.3	Beispiel für die Dokumentation von Bewertungsregeln	A6-4
6.4	Beispiel für die Dokumentation von Bewertungsvariablen und -konstanten	A6-5

## 6.1 Beispiel für die Dokumentation der Bewertungsrelevanz von Wirkungsfeldern

Nachfolgende Darstellung ist (DIELEMAN ET AL. 2010) <sup>1</sup>, Anlage 2, entnommen.


 Zentrum für  
integrierte Verkehrssysteme

Oberziel	Unterziel	Indikator	Beurteilung Wirkungsfelder			maßnemenspezifische Bewertungsgrundlagen			allgemeine Bewertungsgrundlagen			Erläuterungen	Berücksichtigung im Verfahren	Erläuterung
			Relevanz	Bedeutbarkeit	Erfassbarkeit	Quantifizierbarkeit	Daten	Quelle	Aufwand für Aufbereitung	Qualität	Daten	Quelle	Qualität	
Verkehrsrqualität	Reisezeit	Reisezeitveränderung	Kfz-Belastung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausschluss wegen nicht vorh. Relevanz.
			SV-Belastung	o	+	o	+	ASV / VUK	-	o / -	Zeitkosten	SWP / EVS / HEATOC	+	Erhöhter Aufwand durch Berücksichtigung von Belastungsveränderungen (Änderung Routenwahl). Datensituation lässt in der Regel keine Differenzierung nach Gewichtsblässen im SV zu, daher Aussagekraft eingeschränkt.
			Geschwindigkeit (Aufhebung Geschwindigkeitsbeschränkung)	o	+	o	+	ASV / VUK	o	+	Zeitkosten	SWP / EVS / HEATOC	+	Angaben zur Kfz-Belastung sind teilweise zu ergänzen.
			Länge	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausschluss wegen nicht vorh. Relevanz.
			Fahrbahnoberfläche	+	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausschluss wegen geringer Bedeutung.
			Streckenkapazität	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausschluss wegen nicht vorh. Relevanz.
			Art und Gestaltung von Knotenpunkten	o	+	o	+	ASV / VUK	o / -	- / +	Zeitkosten	SWP / EVS / HEATOC	+	Aufgrund der erforderlichen Hochrechnung der Reisezeitparnisse auf Jahreswerte ist auch bei Vorliegen von entsprechenden Nachweisen der Aufwands für die ASV hoch einzuschätzen. Überwachungs-Verfahren zu empfehlen.
	Reisekomfort	Zufriedenheit	Fahrbahnoberfläche	+	(-)	+	-	-	-	-	-	-	-	Ausschluss wegen geringer Bedeutung.
			Kfz-Belastung	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	Ausschluss wegen nicht vorh. Relevanz.
			SV-Belastung	o	+	o	-	-	-	-	-	-	-	Nicht gesondert im Bewertungsverfahren aufgenommen



Nachfolgende Darstellung ist (DIELEMAN ET AL. 2010)<sup>1</sup>, Anlage 5, entnommen.

Fortschreibung Dringlichkeitsbewertung  
Datengrundlage: Testbewertung

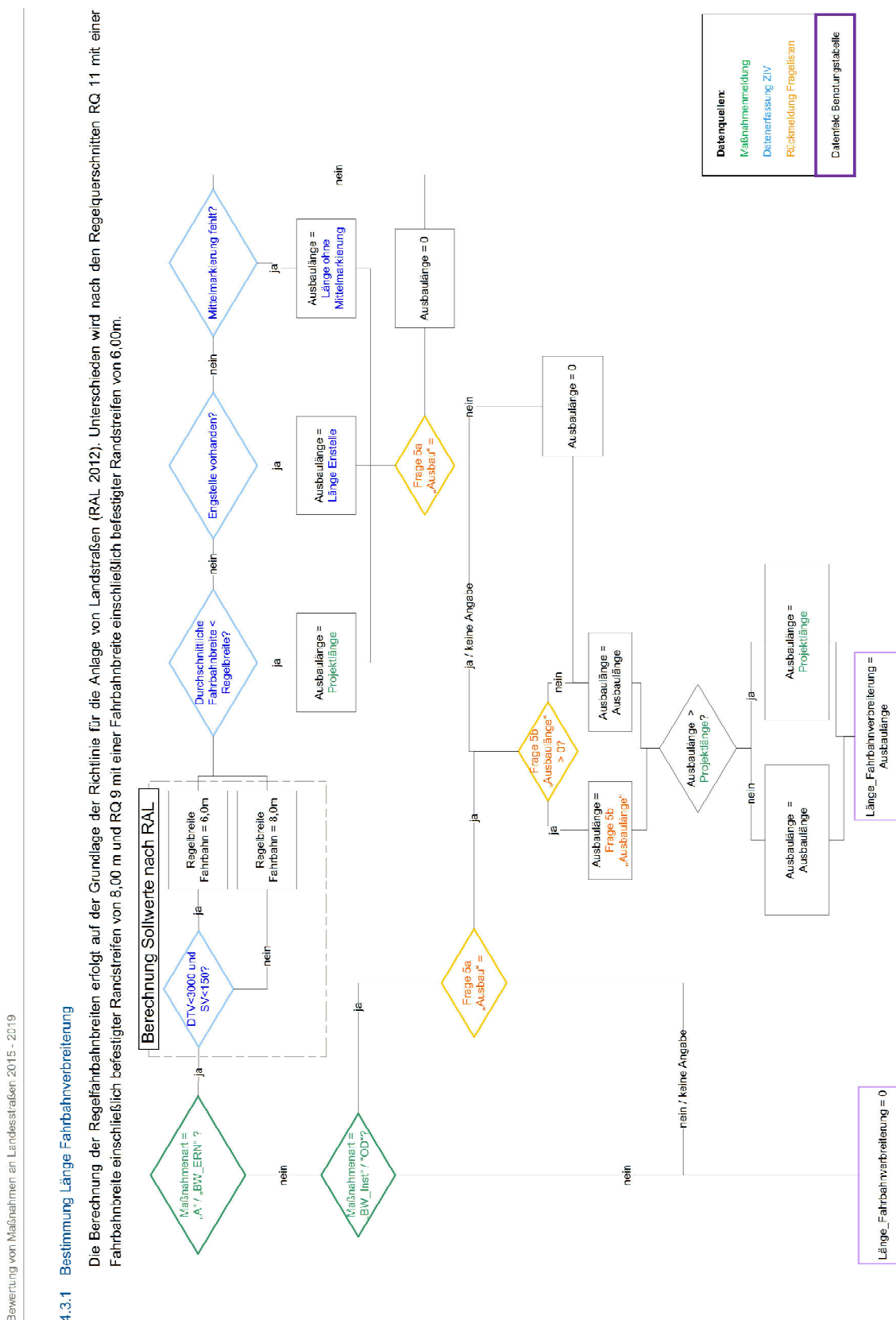
Eintragsdaten	Dimension	Beschreibung	Quelle	Datengrundlage Testbewertung	Datengrundlage Testbewertung	Datengrundlage Testbewertung
Allgemein	$h_{\text{WZ}}$	Radfahrhöhe	ASV	Merkdaten Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	$h_{\text{WZ,1}}$	Summe der Mesabschnitte	ZEB	Radfahrhöhe übermitten	-	-
	$h_{\text{WZ,2}}$	homogene Mesabschnitte	ZEB, VWK	nicht berücksichtigt	-	-
	DTV	Durchschnittliche Verkehrsmenge	VWK	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
Verkehrssicherheit (VS)	DTV <sub>WZ</sub>	Durchschnittliche Verkehrsmenge m	VWK	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	VS <sub>WZ</sub>	Nur allgemeine Verkehrs überholt. Einschätzung durch Mitarbeiter ASV auf der Grundlage von Ortskenntnis.	ASV	Ausgewählte aus Fragebogen und Auswertung Unfälle Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	$h_{\text{WZ}}$	Summe der Längen der Mesabschnitte mit einer Zeitdifferenz $\Delta t_{\text{WZ}} \geq 3,5$	ZEB	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	$h_{\text{WZ}}$	Länge über die der Querschnitt vergrößert wurde	ASV	Relevanz abgeleitet aus Fragekatalog Dmg (Schleibwert) 2009, V-Wertung = Radfahrhöhe	-	-
Verkehrssicherheit (VO)	VS <sub>WZ,VO</sub>	Normierte Nege für die Verbesserung der Verkehrssicherheit durch Änderung des Knotenpunkts	ASV	Merkdaten Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	$h_{\text{WZ}}$	Länge über die eine Geschwindigkeitsänderung aufgetreten / vermeiden werden kann	ASV	Relevanz abgeleitet aus Fragekatalog Dmg (Schleibwert) 2009, V-Wertung = Radfahrhöhe	-	-
	VS <sub>WZ</sub>	Veränderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit mit oder ohne Maßnahmen der Verkehrssicherheitsmaßnahmen	ASV	Relevanz abgeleitet aus Fragekatalog Dmg (Schleibwert) 2009, Geschwindigkeitserhöhung V-Wertung über 20 km/h variable gener. V-Wertung = 50 km/h	-	-
	$T_{\text{WZ}}$	Reaktionszeit durch Aufhebung von Neugeschwindigkeiten	ASV	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009, Reaktionszeit über Zufahrten generiert	-	-
Verkehrssicherheit (UA)	$W_{\text{WZ}}$	Reaktionszeit durch Erhöhung der Kapazität eines Knotenpunkts	ASV, HBS	Merkdaten Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	$h_{\text{WZ}}$	Summe der Längen der Mesabschnitte in Ortslage mit einem Längsabschnitt $\Delta t_{\text{WZ}} \geq 3,5$	ZEB	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009, Länge Ortslage Maßnahmen, keine Berücksichtigung Änderung Straßensystem	-	-
	UA <sub>WZ</sub>	Normierte Nege für die Reduzierung der Lärmbelastung durch Änderung des Knotenpunkts	ASV	Ausgewählte aus Merkdaten Dmg (Schleibwert) 2009, (Eintragspunkte als Kreuzungen bewertet, nur Umfahrungen Kreisverkehrsplatz bewertet)	-	-
	UA <sub>WZ</sub>	Summe der Längen der Mesabschnitte mit einem Längsabschnitt $\Delta t_{\text{WZ}} \geq 3,5$	ZEB	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
Verkehrsbedeutung (VB)	D	Straßenbewertung Dmg (Schleibwert) 2009	BUEW, Dmg	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	VB <sub>WZ</sub>	Relevanz für Dmg	Urban-pläne	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	VB <sub>WZ</sub>	Umfeldbewertung der DAE	Strassen-karten	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	VB <sub>WZ</sub>	Regional bedeutsame Straße	Regional-pläne	Datengrundlage Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
Verkehrsbedeutung (VB)	VB <sub>WZ</sub>	Wasserschutzgebiet	Plan	Ausgewählte aus Fragebogen Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	VB <sub>WZ</sub>	Wasserschutzgebiet	Plan	Ausgewählte aus Fragebogen Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	VB <sub>WZ</sub>	Wasserschutzgebiet	Plan	Ausgewählte aus Fragebogen Dmg (Schleibwert) 2009	-	-
	VB <sub>WZ</sub>	Wasserschutzgebiet	Plan	Ausgewählte aus Fragebogen Dmg (Schleibwert) 2009	-	-

Fragenkatalog Dringlichkeitsbewertung 2009

- Welche der folgenden Aussagen sind richtig?
- ☐ V2 Wird die Maßnahme geplant und mitgeliefert zur Beseitigung einer für die Verkehrssicherheit kritischen Situation durchgeführt werden?
- ☐ V3 Wird die Fahrbahn mangelbehaftet bleiben?
- ☐ V4 Wird die Situation baulich für Fußgänger verbessert?
- ☐ V5 Wird die Situation baulich für Radfahrer verbessert?
- ☐ V6 Wird ein nachweisbares Defizit in der Trassierung beseitigt?
- ☐ V7 Dient die Maßnahme dazu, die Gefährdungsfähigkeit mangelbehaftet zu vermindern?
- ☐ V8 Verringert sich das vorhandene Verkehrswort aufgehen (Zul. Gewicht/Achslast)?
- ☐ V9 Wird eine vorhandene Geschwindigkeitseinschränkung aufgehoben?
- ☐ U1 Wird eine Verbestimmung des Massenschutzes erreicht?
- ☐ U2 Ist die Maßnahme in der Verkehrsplanung berücksichtigt?
- ☐ U3 Ja
- ☐ U4 Nein

### 6.3 Beispiel für die Dokumentation von Bewertungsregeln

Nachfolgende Darstellung ist (DIELEMAN ET AL. 2014)<sup>2</sup>, S. 33, entnommen.



## 6.4 Beispiel für die Dokumentation von Bewertungsvariablen und -konstanten

Nachfolgende Darstellungen sind (DIELEMAN ET AL. 2010)<sup>1</sup>, Anlage 9, entnommen.

**Fortschreibung Dringlichkeitsbewertung**  
Variablen



	Variable	Dimension	Beschreibung	Quelle
Allgemein	L <sub>MA,I</sub>	[m]	Maßnahmenlänge	ASV
	L <sub>MA,II</sub>	[m]	Summe der Messabschnittslängen	ZEB
	DTV	[Kfz/24h]	Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge	VMK
	DTV <sub>SV</sub>	[Kfz/24h]	Durchschnittliche tägliche Verkehrsmenge im Schwerverkehr	VMK
Verkehrssicherheit (VS)	VS <sub>AV</sub>	[-]	Note allgemeine Verkehrssicherheit. Einschätzung durch Mitarbeiter ASV auf der Grundlage von Ortskenntnissen oder aufgrund Note Verkehrssicherheit für Bauwerke.	ASV
	L <sub>ZGRI</sub>	[m]	Summe der Längen der Messabschnitte mit einer Zustandsnote ZWGRI > 3,5	ZEB
	L <sub>ZQ</sub>	[m]	Länge, über die der Querschnitt regelkonform ausgebaut wird	ASV
	VS <sub>KP</sub>	[-]	Änderung des Knotenpunkttyps	ASV
Verkehrsqualität (VQ)	L <sub>V</sub>	[m]	Länge, über die eine Geschwindigkeitsbeschränkung aufgehoben / vermieden werden kann	ASV
	V <sub>Δzul</sub>	[km/h]	Veränderung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit mit und ohne Geschwindigkeitsbeschränkung	ASV
	T <sub>NE</sub>	[h/Kfz]	Reisezeitänderung für den Schwerverkehr durch Aufhebung/Vermeidung von Nutzungseinschränkungen (Alternativ: Angabe Änderung der Routenlänge L <sub>ΔNE</sub> )	ASV
	VQ <sub>KP</sub>	[-]	Umbau eines Knotenpunktes zur Wiederherstellung einer ausreichenden Verkehrsabwicklungsqualität vorgesehen?	ASV
Umfeld- auswirkungen (UA)	L <sub>LWIO</sub>	[-]	Summe der Längen der Messabschnitte in Ortslage mit einem Längsunebenheitsindex LWI > 3,5	ZEB
	UA <sub>KP</sub>	[-]	Änderung des Knotenpunkttyps (vgl. VS <sub>KP</sub> )	ASV
Wirtschaft- lichkeit (W)	L <sub>TWSUB</sub>	[m]	Summe der Längen der Messabschnitte mit einem Substanzwert TWSUB > 3,5	ZEB
	D	[-]	Schadensbewertung Dauerhaftigkeit Bauwerke	RI-EBW-Prüf
Verkehrsbedeutung (VB)	VB <sub>ÖPNV</sub>	[-]	ÖV-Linie vorhanden?	Linienpläne RMV, NVV
	VB <sub>UML</sub>	[-]	Ausgewiesene Umleitungsstrecke betroffen?	ASV
	VB <sub>REG</sub>	[-]	Im Regionalplan ausgewiesene regional bedeutsame Straße betroffen?	Regionalplan
	VB <sub>WG</sub>	[-]	Ausgewiesenes Wasserschutzgebiet betroffen?	ASV

**Fortschreibung Dringlichkeitsbewertung**  
**Konstanten**


	Konstante	Ausgangswert Testbewertung	Dimension	Beschreibung, Berechnungsvorschrift	Quelle
	$DTV_{max}$	X.XXX	[Kfz/24h]	$Q_{90} DTV$ (auf volle Tausender gerundet) mit $DTV = \{DTV_1, DTV_2, \dots, DTV_{j-1}, DTV_j\}$ , $DTV_j = DTV \text{ Maßnahmenabschnitt } j$	VMK
	$DTV_{SVMAX}$	XXX	[Kfz/24h]	$Q_{90} DTV_{SV}$ (auf volle Hunderter gerundet) mit $DTV_{SV} = \{DTV_{SV1}, DTV_{SV2}, \dots, DTV_{SVj-1}, DTV_{SVj}\}$ , $DTV_{SVj} = DTV_{SV} \text{ Maßnahmenabschnitt } j$	VMK
	$UK_{SP}$	XXX.XXX	[€/Unfall]	Unfallkosten für Unfälle mit schwerem Personenschaden.	HSVV
	$UK_{LP}$	XX.XXX	[€/Unfall]	Unfallkosten für Unfälle ohne schweren Personenschaden.	HSVV
	$UF_L$	X	[Unfälle/Jahr]	Anzahl Unfälle mit leichtem Personenschaden pro Jahr (Referenzgröße für $VS_{AV}$ -Note 1,5)	Annahme
	$UKR_{\Delta FO}$	X	[€/1.000.Kfz.km]	Differenz der Unfallkostenrate zwischen durchschnittlicher Griffigkeit und einer unzureichenden Griffigkeit ( $ZWGRI > 3,5$ ).	Annahme nach [SCHEUER 2009]
	$UKR_{\Delta Q}$	XX	[€/1.000.Kfz.km]	Differenz der Unfallkostenrate zwischen RG 9,5 und RQ 7,5	[WEBER 2009]
	$UKR_{KP, VZ}$	XX	[€/1.000.Kfz]	Unfallkostenrate Knotenpunkttyp "Vorfahrtbeschilderung".	[WEBER 2009]
	$UKR_{KP, LSA-3Ph.}$	XX	[€/1.000.Kfz]	Unfallkostenrate Knotenpunkttyp "LSA, Dreiphasensystem".	[WEBER 2009]
	$UKR_{KP, LSA-2Ph.}$	XX	[€/1.000.Kfz]	Unfallkostenrate Knotenpunkttyp "LSA, Zweiphasensystem".	[WEBER 2009]
	$UKR_{KP, KV}$	XX	[€/1.000.Kfz]	Unfallkostenrate Knotenpunkttyp "Kreisverkehrsplatz".	[WEBER 2009]
	$UKR_{\Delta KP, VZ-KV}$	XX	[€/1.000.Kfz]	Maximale Veränderung der Unfallkostenrate durch Anpassung des Knotenpunkttyps "Vorfahrtbeschilderung" im Knotenpunkttyp "Kreisverkehrsplatz" nach Tabelle 1.4.1, Anlage 3.1.4.	Annahme
Verkehrsqualität (VQ)	$T_{\Delta Vzul, max}$	X,XX	[h/kfz.km]	maximal berücksichtigte Reisezeitveränderung durch Anhebung der Höchstgeschwindigkeit pro Kilometer Strecke und Fahrzeug. Grundlage: Anhebung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit von 30 km/h auf 50 km/h, gerundet.	Annahme
	$ZK_{KFZ}$	X,XX	[€/kfz.h]	Zeitkosten Kfz (Personenzeitkosten 3,83 €/h x Fahrzeugbesetzungsgrad 1,4 Pers./Kfz, gerundet).	BVWP
	$T_{NE, max}$	X,XX	[h/kfz]	maximal berücksichtigte Reisezeitveränderung durch Aufhebung einer Nutzungseinschränkung für den Schwerverkehr. Grundlage: Routenlängverkürzung um 2,5 km bei einer durchschn. Geschwindigkeit von 50 km/h, gerundet.	Annahme
	$V_{SV}$	XX	[km/h]	Durchschnittliche Geschwindigkeit Schwerverkehr.	Annahme
	$ZK_{SV}$	XX	[€/kfz.h]	Zeitkosten Schwerverkehr ( $5 \times ZK_{KFZ}$ ).	BVWP, EWS
	$W_{KP}$	X,XX	[h/kfz]	Reisezeitänderung durch Erhöhung der Kapazität eines Knotenpunkts, gerundet.	ASV, HBS
Umfeldauswirkungen (UA)	$D_{\Delta FO}$	-X	[dB(A)]	Pegeländerung durch Veränderung der Fahrbahnoberfläche - Beseitigung $ZWLWIO > 3,5$ .	Annahme
	$D_{\Delta FO}$	-X	[dB(A)]	Pegeländerung durch Veränderung der Fahrbahnoberfläche - Einbau lärmarme Beläge	Annahme
	$D_{\Delta FO, max}$	-X	[dB(A)]	maximal erreichbare Pegeländerung durch Veränderung der Fahrbahnoberfläche	Annahme
	B	XXX	[Pers./km]	Anzahl Betroffene in der Ortslage.	EWS
	$LK_{\Delta FO}$	x	[€/Pers.a.]	Lärmkosten für Pegeländerung um 1 dB(A) pro Betroffene und Jahr (ohne Berücksichtigung von Grenzpegeln)	HEATCO
Wirtschaftlichkeit (W)	$K_V$	XX.XXX	[€/km.a]	Kapitalverlust durch Substanzverlust und erhöhte Unterhaltungskosten bei Nicht-Durchführung der Maßnahme.	Annahme
	$K_{V(BW)}$	XX.XXX	[€/Bauwerk.a]	Kapitalverlust durch Substanzverlust und erhöhte Unterhaltungskosten bei Nicht-Durchführung der Maßnahme.	Annahme

- 
- <sup>1</sup> DIELEMAN ET AL. 2010 Dieleman, O./ Berz, O./ Stumpf, P./ Sturm, P.: Aktualisierung und Optimierung der Dringlichkeitsbewertung von Ausbau-, Umbau- und Erhaltungsmaßnahmen an Straßen: Fortschreibung des Bewertungsverfahrens der Hessischen Straßen- und Verkehrsverwaltung. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2010
  - <sup>2</sup> DIELEMAN ET AL. 2014 Dieleman, O./ Schwab, C.: Bewertung von Maßnahmen an Landesstraßen 2015 - 2019: Im Auftrag von Hessen Mobil. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2014



---

## **Anlage 7: Beispiele für Dokumentationsformen im Rahmen der Verfahrensanwendung**

---

### **Inhaltsverzeichnis**

7.1	Beispiel für die Dokumentation von Maßnahmeninformationen	A7-2
7.2	Beispiel für die Dokumentation von Bewertungsergebnisse als Auflistung	A7-4
7.3	Beispiel für die Dokumentation von Maßnahmen und Bewertungsergebnisse als Plandarstellung	A7-5

## 7.1 Beispiel für die Dokumentation von Maßnahmeninformationen

Nachfolgende Darstellung ist (DIELEMAN ET AL. 2010)<sup>1</sup>, Anlage 4, entnommen.

Dringlichkeitsbewertung 2013 /  
2014 Maßnahmendokumentation



AST:	Bad Arolsen	Projektinfo		
LaufendeNr:	1	IPB FJ kein Planungsauftrag DTV 2010 1200/114		
MassnahmenID:	Arolxxx			
Note				
Bewertung				

Massnahmenart	A	Projektlänge	1,129	PSP-Element	20xx	Landstr	617
VonNK_Anfang	4818xxx	NachNK_Anfang	4818xxx	Station_Anfang	0,00	Bauwerksnummern	
VonNK_Ende	4818xxx	NachNK_Ende	4818xxx	Station_Ende	1,13	Gesamtkosten (Tsd)	xxx

DTV-Kfz [Kfz/24h]	1217	ZWGRI>=3,5 in m		BW-Note Substanzkennzahl	
DTV-SV [Kfz/24h]	114	ZWLWI>=3,5 in m		BW-Note Verkehrssicherheit	
		TWSUB>=3,5 in	1000		

Unfälle 2009 - 2012		Verkehrsbedeutung	
Anzahl Unfaelle mit SP:	0	Straße mit regionaler Bedeutung:	Ja
davon Anzahl Unfaelle mit SP bei Nässe:	0	Umleitung vorhanden:	Nein
Anzahl Unfaelle ohne SP:	8	ÖPNV Vorhanden:	Ja
davon Anzahl Unfaelle ohne SP bei Nässe:	1	Massnahme in Wasserschutzgebiet:	Ja

Ergebnisse und Rückfragen AST			
Wird eine Vorhandene Beschränkung der zulässigen Höchstgeschwindigkeit aufgehoben?		XXX	
Länge [m]:	XXX	Künftige zul. V [km/h]:	XXX
Wird eine vorhandene Einschränkung der zulässigen Fahrzeuggröße aufgehoben?		XXX	
Länge [m]:	XXX	Künftige Einschränkung	XXX
Wird durch die Maßnahme eine vorhandene Unterschreitung der Regelbreite beseitigt (außerorts)?		ja	
Länge [m]:	1100		
Ist die Verkehrsabwicklungsqualität am Knotenpunkt ohne Realisierung der Maßnahme unzureichend und wird durch die geplante Maßnahme eine ausreichende Verkehrsabwicklungsqualität hergestellt?		XXX	

Benotungsgrundlagen			
Länge Fahrbahnverbreiterung [km]:	1,100	Routenlänge Planung [km]:	0,000
Geschwindigkeitsbeschränkung [0=nein; 1=ja]:	0	Sicherheitsrelevant [0=nein; 1=ja]:	1,5
Vzul_Bestand [km/h]:	0	Länge lärmmindernder Beläge [km]:	
Vzul_Planung [km/h]:	0	QSV relevant [0=nein; 1=ja]:	0
Laenge Aenderung V [km]:	0,000	Wegfall LSA Einmündung [0=nein; 1=ja]:	0
Nutzungseinschränkung [0=nein; 1=ja]:	0	Wegfall LSA Kreuzung [0=nein; 1=ja]:	0
Routenlänge Bestand [km]:	0,000		





AST:	Bad Arolsen	Anm Strad
LaufendeNr:	1	
MassnahmenID:	Arolxxx	
Anlass		

	Gefahrstelle 1		Gefahrstelle 2		Gefahrstelle 3	
	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung
Gefahrzeichen	1	1				
Zusatzschild	2	2				
Stationierung	0,01	1,00				
Gültigkeitslänge	1,00	1,00				
Innerhalb Maßnahme?	-1	-1				
Schild Ortsfest?	-1	-1				

	V-Begrenzung 1		V-Begrenzung 2		V-Begrenzung 3	
	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung	Hinrichtung	Rückrichtung
Km/h Einschränkung						
Km/h Norm						
Zusatzschild						
Stationierung						
Gültigkeitslänge						
Innerhalb Maßnahme?						
Schild Ortsfest?						

Sonstige Einschränkungen		Regelbreite Doku	
Hinrichtung	Rückrichtung		
Einschränkung		FB_Breite_Stat_Anf	
Zusatzschild		FB_Breite_Stat_Ende	
Stationierung		L_Unterschreitung MB	
Gültigkeitslänge		Mittelmarkierung_Fehlt	0,98
Innerhalb Maßnahme?		Fahrbahnbreite Mittelwert	5,46
Schild Ortsfest?		Anzahl_Messungen	12
		HW_Anpassung_AM	ine Angab

KP_Ausbauform_Bestand		KP_Ausbauform_Planung	
KP_Umfang			

Arm1_Klas		Arm1_DTV_KF		Arm1_TKZST	
Arm2_Klas		Arm2_DTV_KF		Arm2_TKZST	
Arm3_Klas		Arm3_DTV_KF		Arm3_TKZST	
Arm4_Klas		Arm4_DTV_KF		Arm4_TKZST	
Arm5_Klas		Arm5_DTV_KF		Arm5_TKZST	

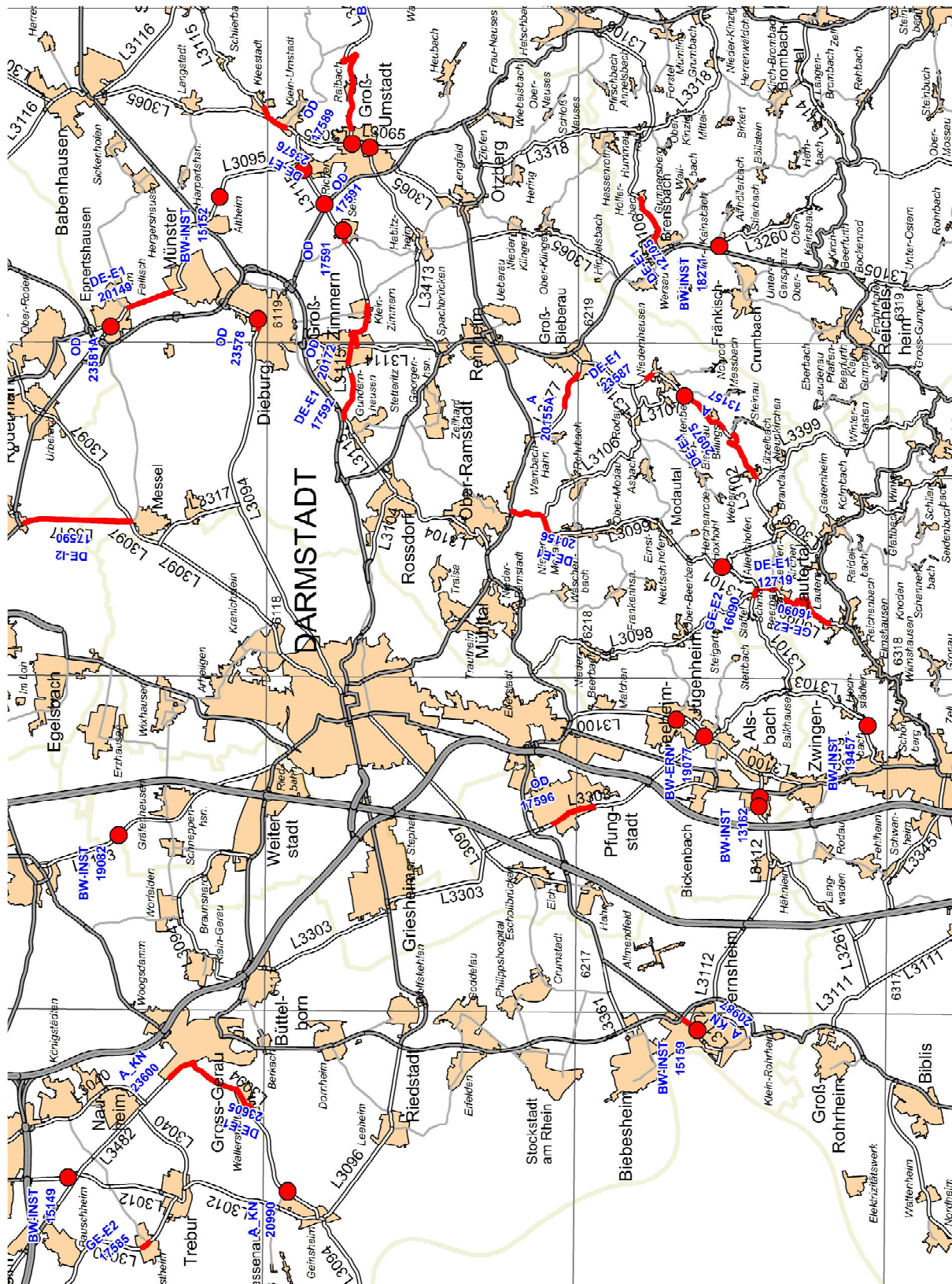
## 7.2 Beispiel für die Dokumentation von Bewertungsergebnisse als Auflistung

Nachfolgende Darstellung ist (DIELEMAN ET AL. 2010)<sup>2</sup>, Anlage 5, entnommen.

Lfd. Nr.	ASV	Str.-Kat.	Str.-Nr.	Maßnahme	HHST	Weitere Proj.-Dat.	Maßn. Art	Hessen-ID	Länge Km	Kosten Tsd. €	Anfang von NK	Anfang nach NK	Station Km	Ende von NK	Ende nach NK	Station Km	Bemerkung	Priorität	Dringlichkeit
Bens 800	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	0,752	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	0,752	über ASV DA	65	nachrangig
Bens 801	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	3,026	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	3,026		86	hoch
Bens 802	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	2,236	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	0,287		81	hoch
Bens 803	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761	ASB-Nr. xxx-	BW-ERN	xxxx	0,051	xxx	62190xx	61190xx	0,220	61190xx	61190xx	0,271	Zustandsnote:	93	hoch
Bens 804	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	1,970	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	1,970	mit ASV Darm	86	hoch
Bens 805	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	1,036	xxx	62190xx	61190xx	0,540	61190xx	61190xx	1,576		81	hoch
Bens 806	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	1,583	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	1,583		77	nachrangig
Bens 807	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761	ASB-Nr. xxx-	BW-INST	xxxx	0,046	xxx	62190xx	61190xx	1,785	61190xx	61190xx	1,834	Zustandsnote:	86	hoch
Bens 808	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	3,412	xxx	62190xx	61190xx	3,167	61190xx	61190xx	5,140	Zusammenh.	85	hoch
Bens 849	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	4,665	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	1,127		84	hoch
Bens 850	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761	ASB-Nr. xxx-	BW-INST	xxxx	0,044	xx	62190xx	61190xx	1,928	61190xx	61190xx	1,972	Zustandsnote:	74	nachrangig
Bens 851	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761	ASB-Nr. 6120	BW-INST	xxxx	0,018	xxx	62190xx	61190xx	0,112	61190xx	61190xx	0,130	Zustandsnote:	86	hoch
Bens 852	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	4,343	xxx	62190xx	61190xx	1,035	61190xx	61190xx	5,378		78	nachrangig
Bens 853	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	0,973	xxx	62190xx	61190xx	1,764	61190xx	61190xx	2,737		76	nachrangig
Bens 854	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	1,827	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	1,827	UP-Beseitigung	66	nachrangig
Bens 855	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	1,970	xxx	62190xx	61190xx	1,030	61190xx	61190xx	3,000		61	nachrangig
Bens 856	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761	ASB-Nr. xxx-	BW-INST	xxxx	0,010	xx	62190xx	61190xx	4,872	61190xx	61190xx	4,872	Zustandsnote:	59	nachrangig
Bens 857	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	3,820	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	3,560		75	nachrangig
Bens 858	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	0,990	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	0,990		81	hoch
Bens 859	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	1,415	xxx	62190xx	61190xx	0,768	61190xx	61190xx	2,183		60	nachrangig
Bens 860	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	4,381	xxx	62190xx	61190xx	3,260	61190xx	61190xx	4,580		70	nachrangig
Bens 861	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761	ASB-Nr. xxx-	BW-INST	xxxx	0,000	xx	62190xx	61190xx	4,888	61190xx	61190xx	4,898	Zustandsnote:	96	hoch
Bens 862	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	5,253	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	5,253		91	hoch
Bens 863	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	4,936	xx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	3,761		82	hoch
Bens 864	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		GE-E2	xxxx	1,742	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	0,341	Umleitungsstr.	81	hoch
Bens 865	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	2,954	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	2,448		70	nachrangig
Bens 866	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	3,554	xxx	62190xx	61190xx	1,546	61190xx	61190xx	5,100	NEU in die Bet	70	nachrangig
Bens 867	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	8,646	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	4,471	UP-Beseitigung	81	hoch
Bens 868	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-I2	xxxx	4,000	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	4,000		80	nachrangig
Bens 869	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761	ASB-Nr. xxx-	BW-INST	xxxx	0,006	xxx	62190xx	61190xx	0,200	61190xx	61190xx	0,206	Zustandsnote:	68	nachrangig
Bens 870	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	3,628	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	3,628		76	nachrangig
Bens 871	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-I2	xxxx	3,196	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	2,104	erhöhter Erhal	86	hoch
Bens 872	Bensheim	L	30xx	xxxxxxxxxxxxxxxxxxxx	761		DE-E1	xxxx	2,023	xxx	62190xx	61190xx	0,000	61190xx	61190xx	2,023		70	nachrangig

### 7.3 Beispiel für die Dokumentation von Maßnahmen und Bewertungsergebnisse als Plandarstellung

Nachfolgende Darstellung (DIELEMAN ET AL. 2014)<sup>1</sup>, Anlage 5, entnommen.



- 
- <sup>1</sup> DIELEMAN ET AL. 2014 Dieleman, O./ Schwab, C.: Bewertung von Maßnahmen an Landesstraßen 2015 - 2019: Im Auftrag von Hessen Mobil. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2014
  - <sup>2</sup> DIELEMAN ET AL. 2009 Dieleman, O./ Berz, O./ Sturm, P.: Dokumentation Durchführung Dringlichkeitsbewertung. unveröffentlichte Projektdokumentation. ZIV - Zentrum für integrierte Verkehrssysteme GmbH Darmstadt, 2009